



# ESCOLA NAVAL

talant de bi-faire

**Daniela Alexandra dos Santos Castelhano Afonso**

*Modelação de informação para tomada de decisão numa unidade  
naval*

Dissertação para obtenção do grau de Mestre em Ciências Militares  
Navais, na especialidade de Marinha



Alfeite  
2020





# ESCOLA NAVAL



la sainte bi-faire



**Daniela Alexandra dos Santos Castelhano Afonso**

***Modelação de informação para tomada de decisão numa  
unidade naval***

Dissertação para obtenção do grau de Mestre em Ciências Militares Navais, na  
especialidade de Marinha

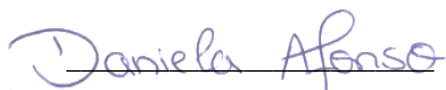
**Orientação de:** Professor Doutor Anacleto Cortez e Correia

**Coorientação de:** CFR M Victor Fernando Plácido da Conceição

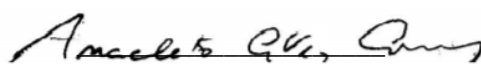
Professor Doutor Ricardo Pinto Moura

A Aluna Mestrando

O Orientador



ASPOF M Castelhano Afonso



Anacleto Cortez e Correia, PhD

**Alfeite**

**2020**



*“The most important thing in life is to stop saying 'I wish' and start saying 'I will'. Consider nothing impossible, then treat possibilities as probabilities.”*

Charles Dickens



Dedico este trabalho à minha família de sangue e de coração, que fez com que  
este “navio” chegasse a bom porto.





## **Agradecimentos**

Passado cinco anos de formação, esta é a última etapa da formação académica de um futuro oficial de marinha e, por isso a mais ambicionada. Nestes últimos cinco anos eu cresci bastante como pessoa e futura militar e tal não foi possível sem o auxílio e apoio de várias pessoas que me marcaram durante este percurso e para a vida. Por isso, quero agradecer a todos aqueles que contribuíram de diversas formas para a elaboração desta dissertação, sem o vosso apoio esta tarefa seria bem mais difícil.

Primeiramente, gostaria de agradecer às três pessoas que foram sem dúvida os meus alicerces para a realização deste trabalho, ao meu orientador e aos meus coorientadores, respetivamente Senhor Professor Doutor Anacleto Cortez e Correia, Capitão-Fragata Vítor Fernando Plácido da Conceição e Senhor Professor Doutor Ricardo Pinto Moura, por todo o apoio, paciência, conselhos, correções, disponibilidade e incentivo.

Ao Capitão-Fragata Pires da Silva quero agradecer pela disponibilidade no esclarecimento sobre os conteúdos da temática relativa à rede NMEA presente nas unidades navais da Marinha Portuguesa e ao camarada Guarda-Marinha Azevedo Goulão pela sua disponibilidade no esclarecimento de dúvidas e pelo fornecimento dos dados utilizados numa das etapas desta dissertação.

Ao meu querido Curso João Baptista Lavanha que no fim de contas é uma parte da pessoa que sou hoje em dia. Agradecendo, especialmente, aos camaradas que estiveram mais presentes e com os quais partilhei vários bons momentos. Nomeadamente, às minhas camaradas de camarata Guerri, Sousita e SM, apesar de tudo adorei partilhar a camarata convosco. Ao meu grande amigo Nepo por todo o apoio, auxílio, paciência e motivação que me deu. Aos elementos do meu querido grupo, o qual tem os nomes mais engraçados de sempre, nomeadamente: à Bea minha grande amiga de coração por todos os conselhos, apoio, paciência, amizade e dedicação que teve para comigo; ao Persa meu psicólogo e irmão de coração; ao Marretão meu comparsa, confidente e grande amigo; ao Hortita o “Papi” do grupo e companheiro de viagens (principalmente as para ver ciclismo); ao Duro o gajo mais pausado, sensato e calmo do grupo; ao Djisus parceiro de

tese e bebedeiras e; ao Delauzé o gajo mais engraçado e melhor dançarino que eu conheço, que tem a capacidade de me animar sempre!

Às pessoas que me educaram e fizeram com que me torna-se na pessoa que sou hoje, os meus queridos pais, à minha “little” sis pelo apoio, carinho e amizade incondicional, à minha avozinha Despassarada por todo o apoio e velinhas acendidas que iluminaram o meu caminho ao longo destes anos, à minha avó Malila por todos os conselhos e palavras sábias, à Calala minha irmã de coração, companheira de vida e minha *soulmate*, ao meu Mestre por todo o seu apoio, ensinamentos e lições, ao meu melhor amigo de quatro patas, Lucky, que me fez companhia em todo este percurso, quer ter sido de dia ou de noite, aos meus priminhos queridos Pata e Cado por todos os bons momentos que me tem vindo a proporcionar, ao Brunito que, apesar de ter chegado no fim desde percurso, deu-me todo o apoio, carinho, segurança e confiança que necessitava.

Quero, ainda, deixar um agradecimento especial à minha Reinhosita, a pessoa que tornou isto tudo possível. Se eu cheguei até aqui foi por ter seguido os teus conselhos e ter tido o teu apoio e amizade.

Um muito obrigado a todos nunca me irei esquecer do apoio que cada um de vós me deu!





## Resumo

Na navegação é fundamental conhecer o meio envolvente o melhor possível por forma a proteger a unidade naval de possíveis perigos, salvaguardando-a. Para que isso seja possível, a navegação deve ser apoiada por sistemas e sensores constituintes da ponte de um navio. Entre os navios da Marinha Portuguesa são produzidos e transferidos uma grande diversidade de dados, no âmbito da sua atividade operacional. Para que estes dados sejam úteis e possam servir de suporte à tomada de decisão dos operadores, nomeadamente, ao nível do comando e controlo nos meios navais, é necessário haver uma recolha e processamento dos mesmos. A ponte dos navios é um exemplo de centro de tomada de decisão, associada à condução da navegação, integrando uma equipa de operadores (equipa de navegação) com uma panóplia de sensores, sistemas de informação e de apoio à tomada de decisão. A evolução destes sistemas cognitivos conjuntos tem vindo a desafiar a forma como a tecnologia está a suportar as tarefas e funções da equipa, propondo-se o desenvolvimento de novas soluções de apoio à decisão. Esta dissertação aponta no sentido do desenvolvimento de novos sistemas de apoio à decisão, através de processos de *Business Intelligence*. Este têm por base um sistema de processamento analítico cujos dados são transferidos para um *data warehouse*, considerada uma infraestrutura chave neste processo. Esta dissertação consistiu, pois, em modelar os dados de maneira a que estes pudessem ser utilizados como fonte de abastecimento de vários outros projetos no âmbito do conhecimento situacional marítimo. O sistema criado irá servir de suporte a uma *interface* gráfica que será desenvolvida noutra projeto de dissertação.

**Palavras-chave:** Conhecimento Situacional Marítimo, *Business Intelligence*, *Data Warehouse*, Modelação dos dados e Análise de Dados.



## **Abstract**

In navigation, it is essential to have a good situational awareness in order to protect the naval unit from possible dangers, safeguarding it. To realize this, navigation must be supported by navigational systems and sensors located in the ships' bridge. Between Portuguese navy ships, there are produced and transferred multiple data, due to their operational activity. So that the data is useful in terms of command and control in naval environments, it is necessary to collect and process them. Ships' bridge is a good example for a decision-making centre, associated with navigation task, integrated with an operators' team aided by systems and sensors for decision making support. Joint cognitive systems' evolution has been challenging the way that technology affects teams' task and dynamics, proposing the development of new decision support solutions. The development of a new decision support system requires the construction of a database through Business Intelligence processes. This works based on an analytical processing system which data is transferred to a data warehouse, a key-feature in this process. The final phase consists of modelling the data in a way that they work as a computational tool which can be used as a supply source for numerous projects in this area. In this specific case, this system will support another developing project.

**Keywords:** Situational Awareness Maritime, Business Intelligence, Data Warehouse, Data Modelling and Data Analysis.





## Índice

Agradecimentos .....	v
Resumo.....	ix
Abstract .....	xi
Índice.....	xiii
Índice de Figuras.....	xvii
Índice de Tabelas .....	xxi
Lista de Abreviaturas, Siglas e Acrónimos .....	xxiii
Introdução.....	1
Enquadramento do Tema.....	1
Definição do Problema.....	2
Objetivo, Questões da Investigação e de Natureza Ética .....	2
Metodologia de Investigação.....	4
Estrutura da Dissertação.....	6
1. Revisão de Literatura .....	11
1.1. Noção sobre a importância do Conhecimento Situacional Marítimo .....	12
1.1.1. Contexto Operacional .....	13
1.1.2. Compilação do Panorama e Perceção Situacional .....	13
1.1.3. Fusão dos Dados dos Sensores do Navio.....	15
1.2. Conceito de E-Navigation.....	16
1.3. Emprego do <i>Data Fusion Multisensor</i> .....	18
1.3.1. Aplicações do <i>Data Fusion Multisensor</i> .....	20
1.3.2. Metodologia do <i>Data Fusion</i> .....	21
1.4. Contexto do Business Intelligence .....	22
1.5. Sumário.....	23
2. Caracterização do Domínio do Problema.....	29

2.1. Designação dos Sistemas do Navio.....	29
2.2. Fontes dos Dados .....	35
2.2.1. Dados da Rede NMEA .....	36
2.2.2. Outras Fontes de Informação .....	36
2.3. Levantamento de Requisitos .....	38
2.4. Cenário a ser Validado na Solução .....	41
3. Conceção da Solução .....	45
3.1. Identificação e Tratamento das Fontes de Dados.....	45
3.2. Desenho do Esquema do BI.....	47
3.3. Geração dos Dados para Carregamento do BI.....	49
4. Construção da Solução .....	53
4.1. Processo de Extração e Transformação dos dados da rede NMEA .....	53
4.2. Modelação Dimensional .....	55
4.3. Visualização da Informação.....	58
5. Validação da Solução e Análise de Resultados .....	63
5.1. Análise Descritiva dos Resultados .....	63
5.1.1. Características da Amostra.....	64
5.1.2. Avaliação do Protótipo .....	70
5.1.3. Avaliação da relevância da informação .....	74
5.1.4. Análise da relevância dos dados do sistema .....	76
5.2. Análise Estatística .....	79
Conclusão .....	83
Limitações Encontradas .....	84
Recomendações e Trabalhos Futuros.....	84
Referências Bibliográficas .....	87
Glossário .....	95

Anexos .....	97
Anexo A – Descrição dos diversos níveis constituintes do CS .....	99
Anexo B – Fusão de dados nos seres humanos nos sensores .....	101
Anexo C – Conceitos Fundamentais sobre <i>Business Intelligence</i> .....	103
Conceito Business Intelligence .....	103
Arquiteturas e Características de um Sistema BI .....	103
Conceito de Data Warehouse .....	106
Arquitetura de um <i>Data Warehouse</i> .....	108
Termologia <i>Data Warehouse</i> vs <i>Data Mart</i> .....	110
Processo de <i>Extract-Transform-Load</i> (ETL) .....	111
Modelagem Dimensional ou Multidimensional .....	114
Características do Esquema em Estrela .....	114
Características do Esquema em Constelação .....	116
Características do Esquema em Floco de Neve .....	117
Ferramenta <i>On-line Analytical Processing</i> (OLAP) .....	118
Anexo D – Sistemas e Sensores da Unidade Naval .....	121
Anexo E – Descrição de Dados da Rede NMEA .....	123
Apêndices .....	131
Apêndice A – Amostra dos Dados para Carregar o BI .....	133
Apêndice B – Código utilizado na construção do sistema de BI .....	135
Criação das colunas nas tabelas das Dimensões .....	135
Alteração dos valores da coluna da Latitude para números negativos .....	135
Importação dos dados para a Tabela de Factos .....	135
Apêndice C – Relatórios criados no <i>Power BI</i> .....	137
Questões que podem ser respondidas pelo sistema .....	137
Mapa com os dados relativos ao panorama geral .....	138
Mapa com dados relativos a um Específico Evento .....	140

.....	142
Apêndice D – Inquérito para a Avaliação da Solução Construída .....	143
Inquérito para avaliação da solução Business Intelligence para apoio à tomada de decisão numa Unidade Naval .....	143
Objetivo do Questionário .....	143
Instruções de Preenchimento .....	144
1. Dados Demográficos .....	144
2. Conhecimento Situacional Marítimo.....	145
3. Conhecimentos de Business Intelligence .....	148
4. Protótipo do Sistema Criado .....	149
5. Avaliação da Relevância da Informação Potencialmente Disponibilizada pela Solução.....	154
6. Avaliação Final da Solução .....	156
Apêndice E – Cálculos Efetuados no Capítulo 5 na Análise de Resultados .....	159
Cálculos Efetuados pelo Método SUS .....	159
Cálculos Efetuados no Teste de Hipóteses.....	159

## Índice de Figuras

Figura 1 - Ciclo Regulador de Wieringa ( adaptado de Zaidan et al., 2016) .....	5
Figura 2 - Diagrama do processo de realização da dissertação de mestrado .....	7
Figura 3 - Representação do Conhecimento Situacional inspirado no Modelo de Endsley (1995).....	12
Figura 4 - Fluxos de informações para dados de sensores e inteligência, que devem ser fundidos e correlacionados com as assinaturas das missões do navio (Van den Broek et al., 2011).....	15
Figura 5 - Correlação dos dados dos sensores FLIR e RADAR (adaptado de Hall & Llinas, 1997).....	20
Figura 6 - Os elementos básicos da navegação (adaptado de Conceição (2018)).	30
Figura 7 - Elementos que contextualização a navegação marítima (adaptado de Conceição (2028)).....	34
Figura 8 - Mapa do cenário considerado para a solução.....	42
Figura 9 - Síntese dos dados essenciais para o sistema de BI .....	46
Figura 10 - Esboço do esquema em estrela do sistema BI .....	49
Figura 11 - Amostra dos dados recolhidos.....	50
Figura 12 - Formato dos dados provenientes da rede NMEA.....	54
Figura 13 - Tabelas de dados criadas no <i>SQL Server Management Studio</i> .....	55
Figura 14 - Tabela de Factos implementada no <i>SQL Server Management Studio</i>	56
Figura 15 - Tabela de Dimensão do <i>SQL Server Management Studio</i> .....	57
Figura 16 - Modelo do DW do BI no <i>SQL Server Management Studio</i> .....	58
Figura 17 - Exemplo de relatório de um mapa com os dados dos sensores do navio .....	60
Figura 18 - Exemplo de relatório de um mapa com os dados do planeamento geral .....	60

Figura 19 - Respostas ao inquérito referentes à formação académica dos inquiridos .....	65
Figura 20 - Respostas ao inquérito referentes à categoria/ posto dos inquiridos ..	65
Figura 21 - Gráfico ilustrativo das respostas referentes aos sensores de navegação .....	68
Figura 22 – Áreas de utilização de sistemas BI.....	70
Figura 23 - Compilação das perguntas do questionário (Parte 1) .....	71
Figura 24 - Compilação das perguntas do questionário (Parte 2) .....	72
Figura 25 - Compilação das perguntas do questionário (Parte 3) .....	73
Figura 26 - Visualização dos resultados das respostas obtidas na secção 5 do questionário .....	76
Figura 27 - Hipóteses formuladas.....	80
Figura 28 - Estrutura típica e simplificada de um sistema tecnológico de BI (retirada de Sezões (2006)).....	105
Figura 29 - Ilustração das três abordagens arquiteturais para armazenamento de dados .....	109
Figura 30 - Abordagens de <i>design</i> que a arquitetura de um DW pode ter.....	110
Figura 31 - Representação do DW a subdividir-se em vários DM (retirado de Pearlman (2020)) .....	111
Figura 32 - Ilustração do Processo de Extração - Transformação - Carregamento .....	113
Figura 33 - Exemplo de um Esquema de Estrela (adaptado de Moody (2003)) .	115
Figura 34 - Exemplo de um Esquema de Constelação ( adaptado Figure 3 Moody & Kortink, 2003b).....	116
Figura 35 - Exemplo de um esquema de floco de neve (adaptado da Figure 1 de Moody e Kortink (2003)) .....	117
Figura 36 - Relatório Número 1 .....	137

Figura 37 - Relatório Número 2 .....	138
Figura 38 - Relatório Número 3 .....	138
Figura 39 - Relatório Número 4 .....	139
Figura 40 - Relatório Número 5 .....	139
Figura 41 - Relatório Número 6 .....	140
Figura 42 - Relatório Número 7 .....	140
Figura 43 - Relatório Número 8 .....	141
Figura 44 - Relatório Número 9 .....	141
Figura 45 - Relatório Número 10.....	142
Figura 46 - Representação dos cálculos efetuados pelo método SUS .....	159
Figura 47 - Análise Estatística dos Dados.....	159
Figura 48 - Dados utilizados no Teste de Hipóteses.....	160





## Índice de Tabelas

Tabela 1 - Descrição das Perspetivas de Análise deste capítulo .....	11
Tabela 2 - Exemplo de perguntas a ser respondidas pelo sistema BI do nível 1 ...	39
Tabela 3 - Exemplo de perguntas a ser respondidas pelo sistema BI do nível 2 ...	40
Tabela 4 - Exemplo de perguntas a ser respondidas pelo sistema BI do nível 3 ...	40
Tabela 5 - Coordenadas dos WP considerados no planeamento .....	42
Tabela 6 - Descrição das dimensões constituintes do <i>design</i> do esquema apresentado .....	47
Tabela 7 - Secções dos relatórios.....	59
Tabela 8 - Respostas ao inquérito referentes ao género e à idade dos inquiridos	64
Tabela 9 - Respostas ao inquérito referentes à formação/ habilitações literárias dos inquiridos.....	64
Tabela 10 - Respostas ao inquérito relativas ao conceito de conhecimento situacional marítimo.....	66
Tabela 11 - Respostas dos inquiridos sobre o conhecimento de aspetos inerentes à navegação .....	66
Tabela 12 - Respostas dos inquiridos sobre o contacto que tiveram com equipamentos de navegação .....	67
Tabela 13 - Resultados do questionário .....	68
Tabela 14 - Respostas dos inquiridos sobre o conhecimento de aspetos inerentes ao BI .....	69
Tabela 15 - Resultados obtidos do inquérito referentes à secção 5 .....	74
Tabela 16 - Respostas ao inquérito SUS adaptado para a conformidade dos dados da solução .....	77
Tabela 17 - Dados da Análise Estatística à QD5.....	81
Tabela 18 - Os 3 níveis do Conhecimento Situacional. ....	99

Tabela 19 - Sumário dos dados provenientes dos diversos sensores constituintes de uma unidade naval. ....	121
Tabela 20 - Lista com a descrição dos dados da Rede NMEA. ....	123
Tabela 21 - Lista com a representação do formato dos dados da Rede NMEA..	129
Tabela 22 - Amostra das primeiras 4 linhas de dados .....	133

## Lista de Abreviaturas, Siglas e Acrónimos

AF	Afastamento Lateral
AIS	<i>Automatic Identification System</i>
ARPA	<i>Automatic Radar Plotting Aid</i>
BI	<i>Business Intelligence</i>
BNL	Base Naval de Lisboa
BNWAS	<i>Bridged Navigational Watch Alarm System</i>
CMDS	<i>Common Maritime Data Structure</i>
COMINT	<i>Communications Traffic</i>
COP	<i>Common Operational Picture</i>
CPA	<i>Closest Point of Approach</i>
CSV	<i>Comma-Separated Values</i>
CRM	<i>Customer Relationship Management</i>
DBMS	<i>Database Management System</i>
DDS	<i>Dimensional Data Store</i>
DGPS	<i>Differential Global Positioning System</i>
DM	<i>Data Mart</i>
DSR	<i>Design Science Research</i>
DSS	<i>Decision Support Systems</i>
DW	<i>Data Warehouse</i>
ECDIS	<i>Electronic Chart Display and Information System</i>
EIS	<i>Executive Information Systems</i>
ELINT	<i>Electronic Intelligence</i>
EN	Escola Naval
ENC	<i>Electronic Navigational Chart</i>
ERP	<i>Enterprise Requirement Planning</i>
ESM	<i>Electronic Support Measures</i>
ETL	<i>Extract, Transform and Load</i>
FLIR	<i>Forward Looking Infrared</i>
GLONASS	Sistema de Navegação Global via Satélite (em russo)
GMDSS	<i>Global Maritime Distress and Safety System</i>

GNSS	<i>Global Navigation Satellite System</i>
GPS	<i>Global Positioning System</i>
HEAP	<i>Human Element Analysing Process</i>
IALA	<i>International Association of Lighthouse Authorities</i>
IBS	<i>Integrated Bridged System</i>
IFFN	<i>Identification-friend foe-neutral</i>
IH	Instituto Hidrográfico
IHO	<i>International Hydrographic Organization</i>
IMO	<i>International Maritime Organization</i>
INS	<i>Integrated Navigation System</i>
JDL	<i>Joint Directors of Laboratories</i>
MP	Marinha Portuguesa
MSI	<i>Maritime Safety Information</i>
MSP	<i>Maritime Service Portfolios</i>
NMEA	<i>National Marine Electronic Association</i>
N.R.P.	Navio da República Portuguesa
OLAP	<i>Online Analytical Processing</i>
OQP	Oficial de Quarto à Ponte
RADAR	<i>Radio Detection and Ranging</i>
SENC	<i>System Electronic Navigational Chart</i>
SI	Sistema de Informação
SQL	<i>Structured Query Language</i>
SUS	<i>System Usability Scale</i>
TCPA	<i>Time to Closest Point of Approach</i>
TI	Tecnologias de Informação
VLSI	<i>Very Large Scale Integration</i>
VTs	Serviço de Tráfego de Embarcações
W-AIS	<i>Warship Automatic Identification System</i>
WP	<i>Way Point</i>
WWRNS	<i>World Wide Radio Navigation System</i>
ZH	Zero Hidrográfico





## **Introdução**

A presente introdução é constituída por cinco partes, sendo que a primeira consiste em enquadrar o leitor no tema abordado, discriminando as áreas científicas inerentes a este trabalho. A segunda parte define o problema em estudo e o propósito desta dissertação. Na terceira parte são enunciados os objetivos da dissertação e as questões de investigação e de natureza ética levantadas durante a abordagem do tema. Na quarta parte consta a metodologia de investigação escolhida e as atividades a desenvolver para a concretização dos objetivos estabelecidos e por fim, na quinta e última parte está representada a estrutura da dissertação, bem como a divisão dos vários capítulos e uma breve descrição do assunto que estes tratam.

## **Enquadramento do Tema**

A Marinha Portuguesa (MP) tem como principal missão “contribuir para que Portugal use o mar” na medida dos seus interesses económicos, políticos e geoestratégicos. O cumprimento da missão assenta num conjunto de processos - chave responsáveis pelos produtos operacionais, científicos e culturais, sendo o seu produto institucional, constituído por operações militares, tais como o combate à pirataria, missões de embargo e de interdição marítima, controlo da proliferação de armas, ações de busca e salvamento marítimo, fiscalização da pesca, investigação científica, entre outras (Marinha Portuguesa, 2020b).

No âmbito da sua atividade operacional, os navios devem retirar o máximo de informação possível do seu meio envolvente, de modo a praticar uma navegação mais eficiente e segura. Deste modo, estes produzem e transferem um grande volume e diversidade de dados, através de diversos sensores que constituem as suas pontes. Para que seja possível retirar informação relevante para a navegação dos dados provenientes desses sensores é necessário haver uma fusão dos mesmos, a fim de com a análise do ser humano ser possível transformar essa informação em conhecimento pertinente para a tomada de decisão tática, sendo que este processo ocorre em tempo real.

## **Definição do Problema**

Para haver uma boa tomada de decisão é essencial que haja um panorama situacional clarificado e, para isso é fundamental que as informações provenientes dos dados sejam o mais precisas, objetivas e sintetizadas possível. Visto que as unidades da Marinha recebem, transferem e produzem um grande volume de dados, é de crucial importância que os dados sejam fidedignos para promover a segurança na navegação.

É importante o modo como os dados são modelados e processados de modo a possibilitar a sua utilização efetiva. Torna-se, assim, essencial a construção de um sistema onde um conjunto de processos e tecnologias transformam dados em informação útil para a tomada de decisões.

Face à evolução tecnológica estar a ocorrer de uma maneira bastante significativa e acelerada, é de todo pertinente e vantajoso acompanhar este avanço. É essencial basear a atividade do navio em ferramentas suportadas por dados fiáveis e rigorosos, que agreguem múltiplas informações, importantes para uma melhor tomada de decisão e que sejam adequados às suas funcionalidades, sendo para tal indispensável a existência de uma base de trabalho com dados operacionais para poderem serem utilizados.

## **Objetivo, Questões da Investigação e de Natureza Ética**

Esta dissertação terá como principal objetivo: a recolha, processamento, fusão e análise dos dados oriundos dos múltiplos sensores na ponte de uma unidade naval de forma a permitir a obtenção de um panorama unificado, bem como, informação relevante para a tomada de decisão.

A Questão Principal de Investigação (QPI) que irá nortear o desenvolvimento da dissertação será a seguinte:

*O sistema proposto para obtenção do panorama unificado e conhecimento situacional marítimo é eficaz no fornecimento de informação relevante para a tomada de decisão numa unidade naval?*



De modo a obter-se a resposta à questão de investigação colocada foram formuladas diferentes questões derivadas (QD):

- ✓ QD1 – *Quais os métodos e tecnologia a usar na conceção e desenvolvimento do sistema?*
- ✓ QD2 – *De modo a fornecer a informação necessária para o apoio da tomada de decisão de uma unidade naval e com o objetivo de praticar uma navegação segura e eficiente, que requisitos devem ser respondidos pelo sistema criado?*
- ✓ QD3 – *Quais as fontes e formatos de onde serão recolhidos e pré-processados os dados?*
- ✓ QD4 – *Qual o modelo do repositório de dados integrado que contém a informação necessária à tomada de decisão?*
- ✓ QD5 – *O modelo da solução criada contém a informação necessária para servir de ferramenta de apoio à tomada de decisão na condução da navegação?*

As respostas a estas questões derivadas contribuirão para a obtenção da resposta à questão de investigação principal.

Para este projeto é necessário recolher vários dados dos sensores a bordo de uma unidade naval. Devido a essa necessidade, surgem diversas questões de confidencialidade, uma vez que vão ser transmitidos dados confidenciais dos sensores do navio. Os dados a ser recolhidos são relativos à posição do navio, azimutes tirados, sonda, velocidades e rumos praticados pelo navio, entre outros.

Atento à sensibilidade da informação de carácter operacional deverá ser recolhida autorização prévia junto da organização. São também recolhidas questões de privacidade dos indivíduos que integram as equipas de navegação, pelo que deverá assegurar-se o anonimato dos participantes e obtenção das declarações de consentimento informado.

## Metodologia de Investigação

Numa investigação científica estão inerentes diversas propriedades e princípios, sendo um dos mais relevantes o princípio da parcimónia, que pode ser interpretado como a simplicidade na escolha pela alternativa mais acessível, caso existam duas ou mais hipóteses que solucionem o mesmo problema. Desta forma, este princípio garante a escolha do método mais económico, viável e eficiente (Aarts, 2007). Deve-se ter também em conta o princípio da refutabilidade ou falsificabilidade apontado por Karl Popper, que afirma que as teorias imunes à refutação ou negação não são científicas. Assim, a verdade sobre determinado assunto nunca será totalmente alcançada, podendo vir a ocorrer um aperfeiçoamento contínuo da mesma (Warburton, 1999).

Na realização da presente dissertação utilizar-se-á uma metodologia de investigação científica na criação, construção, implementação e validação do artefacto. A metodologia a ser utilizada será o *Design Science Research* (DSR).

O paradigma de pesquisa do método de investigação DSR reside no desenvolvimento e criação de artefactos inovadores que apresentem soluções destinadas à resolução de um problema específico, sendo o seu principal objetivo a aquisição e assimilação de conhecimento durante o processo de construção e aplicação do artefacto e não o objetivo de resolver o determinado problema em si (Hevner & Chatterjee, 2010; R. J. Wieringa, 2014). Os artefactos devem ser considerados como conceitos, algoritmos, modelos, métodos e ferramentas para a mente, que podem ser utilizados e úteis para fins específicos (R. Wieringa, 2014). Neste trabalho o tipo de artefacto que se pretende criar é um sistema de apoio à decisão.

Existem diversas abordagens para o método de investigação DSR, definidos por diferentes autores. Todavia, a estrutura da presente dissertação irá ser baseada no método de Roel Wieringa (2009, 2014), conduzida para as diversas áreas de engenharias de *software* (Zaidan et al., 2016).

Segundo Wieringa (2009, 2014) existem tanto problemas práticos como de conhecimento, alterando os primeiros o estado do mundo, obtendo conhecimento com a mudança. Os últimos modificam o estado do conhecimento aplicando-o ao mundo para

validar a alteração. Desta forma, este autor criou uma estrutura lógica para resolver estes dois tipos de problemas, designado por “ciclo regulador” que é constituído por 5 fases distintas. Inicia-se com a investigação de um problema prático, seguido do desenho/arquitetura da solução, para que, em seguida, esta possa vir a ser concebida, implementada e validada. No final ocorre a análise e avaliação da solução (processo ilustrado na Figura 1), sendo retomado quando ocorre uma análise do estado atual e surgem propostas de mudanças para um futuro estado desejado, ocorrendo para isso a avaliação de possíveis e prováveis alterações, selecionando-se uma, para que seja aplicada, e recomeçando o ciclo (Zaidan et al., 2016).

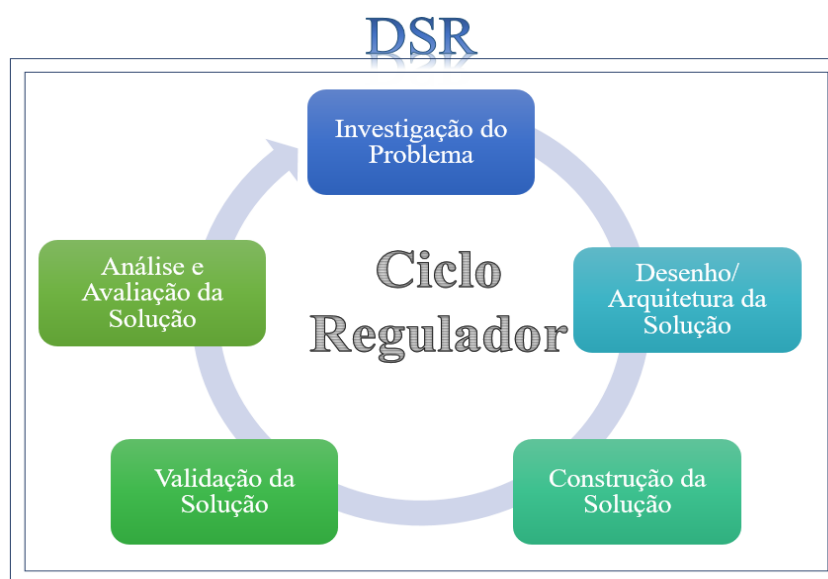


Figura 1 - Ciclo Regulador de Wieringa ( adaptado de Zaidan et al., 2016)

As fases do “ciclo regulador” acima mencionadas são aplicadas à presente dissertação ao longo dos diversos capítulos (Zaidan et al., 2016):

- 1) Investigação do Problema – enunciação da questão de investigação principal e das questões derivadas na concretização do projeto, assim como a descrição e explicação do problema, de forma a projetá-lo para o restante trabalho;

O resultado desta primeira etapa integra a Introdução e os capítulos 1 (Revisão de Literatura) e 2 (Caracterização do Domínio do Problema).

- 2) Desenho/ Arquitetura da Solução – *design* e criação de um artefacto, nomeadamente, um *business intelligence*;

O resultado desta segunda etapa consta no capítulo 3 (Desenho/ Arquitetura da Solução) e 4 (Construção da Solução).

- 3) Validação da Solução – verificação, visualização e validação da solução criada, quanto à resposta à questão principal da investigação;

O resultado desta terceira etapa figura no capítulo 5 (Validação da Solução e Análise de Resultados).

- 4) Análise e avaliação da Solução – discussão e análise da implementação da solução, de forma a verificar se objetivos e requisitos do artefacto correspondem ao que seria esperado.

O resultado desta quarta etapa compõe o capítulo 5 (Validação da solução e Análise de Resultados) e a Conclusão.

## **Estrutura da Dissertação**

A presente dissertação de mestrado é constituída por oito partes, e a sua estrutura pode ser visualizada através do esquema ilustrado na Figura 2, para melhor compreender melhor a evolução e o desenvolvimento do trabalho:

- **Introdução:** nesta secção é apresentada a justificação do tema escolhido e feito um breve enquadramento do mesmo. Desenvolvendo os objetivos pretendidos com este projeto, a identificação do problema em estudo, a metodologia utilizada, a pertinência do tema, as questões de natureza ética desta investigação e a estrutura adotada para a dissertação.
- **Capítulo 1 – Revisão de Literatura:** consiste num breve enquadramento teórico dos conceitos relacionados com o trabalho e análise do estado da arte sobre o tema, onde é feita a referência das concepções teóricas utilizadas.
- **Capítulo 2 – Caracterização do Domínio do Problema:** explicação das circunstâncias que levaram à elaboração deste projeto, assim como na explicação da seleção dos elementos (sensores) necessários para a sua concretização.
- **Capítulo 3 – Arquitetura/ Desenho da Solução:** consta na modelação de um armazém de dados (*data warehouse*).

- **Capítulo 4 – Construção da Solução:** este capítulo foca-se na instanciação do armazém de dados e construção da aplicação de visualização da informação, com recolha, processamento e tratamento de dados para alimentar o repositório de dados
- **Capítulo 5 – Validação da Solução e Análise de Resultados:** consiste na visualização e na validação do artefacto, realizando uma análise dos resultados obtidos verificando se estes dão resposta à questão de investigação.
- **Conclusões:** nesta última parte tem-se as considerações finais, onde estão os resultados, a descrição das limitações encontradas e, por fim, recomendações para trabalhos futuros.

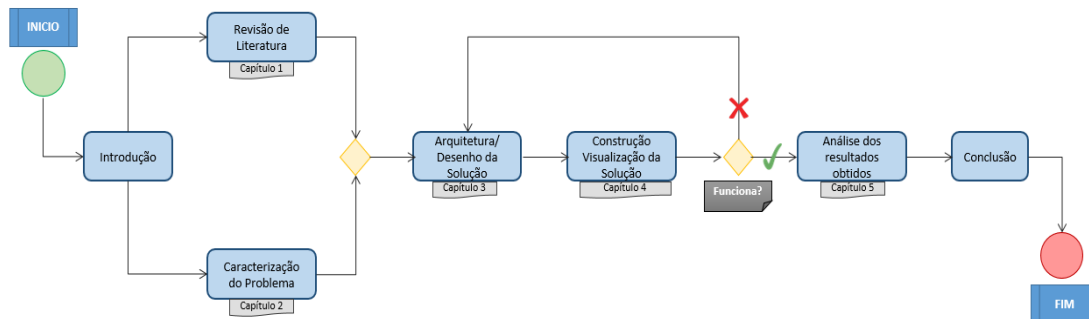


Figura 2 - Diagrama do processo de realização da dissertação de mestrado



# Capítulo 1



## Revisão de Literatura

- ❖ 1.1. Noção sobre a importância do Conhecimento Situacional Marítimo
- ❖ 1.2. Conceito de E-Navigation
- ❖ 1.3. Emprego do *Data Fusion Multisensor*
- ❖ 1.4. Contexto do Business Intelligence
- ❖ 1.5. Sumário





## 1. Revisão de Literatura

*“Research is to see what everybody else has seen, and think what nobody has thought.”*

*Arthur Schopenhauer*

Neste primeiro capítulo pretende-se abordar os alicerces teóricos da presente dissertação, referindo a linha condutora entre eles e dar resposta à QD1, mencionada na introdução. O capítulo será constituído por 4 áreas essenciais de conhecimento: Conhecimento Situacional Marítimo; *E-Navigation*; *Data Fusion Multisensor* e; *Business Intelligence*.

Como linha de pensamento estipularam-se algumas perspetivas de análise que foram tidas em consideração na conceção deste capítulo, nomeadamente as que se encontram na seguinte Tabela 1:

Tabela 1 - Descrição das Perspetivas de Análise deste capítulo

Perspetivas de Análise
(A) Importância da navegação ser baseada em sistemas autónomos.
(B) Relação entre a informação proveniente dos sensores e a prevenção de possíveis acidentes marítimos.
(C) Relação entre a fusão dos dados de diferentes fontes com a informação relevante para a navegação.
(D) Junção das informações dos diversos equipamentos de uma unidade naval de modo a retirar conhecimento.
(E) Fonte de dados para a tomada da decisão.
(F) Modelação da informação para auxiliar na tomada de decisão.
(G) Importância do conhecimento retirado da fusão dos dados para a segurança da navegação.
(H) Disponibilização de metodologias para criação de repositórios de informação e algoritmos de tratamento de dados.

## 1.1. Noção sobre a importância do Conhecimento Situacional Marítimo

O Conhecimento Situacional é sustentado por vários modelos. O modelo de Endsley (1995), define *Situation Awareness* (SA), ou Conhecimento Situacional (CS), como a atenção de um indivíduo em relação ao que está a acontecer ao seu redor e à compressão do que essa informação significa no presente e no futuro, ou seja, ter a percepção dos elementos do ambiente envolvente num volume de tempo e espaço, compreendendo o seu significado e a sua projeção num futuro próximo (Endsley, 1995; Hareide, 2019). De acordo com essa definição, o CS é constituído por três níveis: Percepção da Situação; Compreensão da Situação e; Previsão de Futuros Eventos (Endsley, 1995, p. 36; Hareide, 2019). A descrição de cada nível encontra-se no Anexo A.



Figura 3 - Representação do Conhecimento Situacional inspirado no Modelo de Endsley (1995)

Segundo Wickens (2002), o CS consiste em três componentes essenciais para que a qualquer momento se saiba o estado do sistema e das suas subcomponentes: percepção espacial, percepção do sistema e percepção das tarefas. A percepção espacial reside em fatores ambientais, tais como a meteorologia. A percepção do sistema consiste em manter o navegador (ou operador do sistema) informado sobre as ações que foram e têm que ser tomadas por sistemas automáticos e, por fim, a percepção das tarefas, que compreende a garantia da realização da missão a coordenação e a supervisão das tarefas (Wickens, 2002; Hareide, 2019).

O conceito de CS ainda é definido pela *International Maritime Organization* (IMO) como a percepção que o “marinheiro” possui sobre as informações técnicas e de navegação fornecidas, sendo a compreensão destas e a sua influência num futuro próximo, essencial para uma resposta conveniente à situação (Hareide, 2019).

Existem, no entanto, outras definições sobre este conceito entre as quais a da Organização do Tratado do Atlântico Norte (OTAN) que define a *Maritime Situation Awareness* (MSA) como o entendimento de eventos, atividades e circunstâncias militares e civis dentro e associados ao ambiente marítimo que são relevantes para as operações e exercícios atuais e futuros da organização, sendo que o ambiente marítimo considerado são: oceanos, mares, baías, estuários, hidrovias, regiões costeiras e portos (Ko et al., 2007).

### **1.1.1. Contexto Operacional**

As operações de segurança são geralmente caracterizadas pelo controlo de grandes áreas com um número limitado de acessos. Um exemplo disso é a operação anti pirataria no Golfo de Áden, onde a área operacional se estende por milhares de milhas marítimas, sendo o seu principal objetivo operacional direcionar os acessos a tempo para as posições estipuladas. Desta forma, para o processo de comando e controlo, uma *Common Operational Picture* (COP) é a base na qual as decisões e ações devem ser tomadas. Idealmente, a COP contém informações atualizadas sobre a posição de entidades próprias, inimigas e terceiras, combinadas com as suas missões, intenções e capacidades (Van den Broek et al., 2011).

Uma parte essencial da COP é, portanto, obter uma imagem marítima que contenha informações o mais detalhadas possível sobre os movimentos dos navios num ambiente costeiro e o conhecimento de intenções hostis ou atividades ilegais dos mesmos. De modo a permitir o reconhecimento de ameaças, é necessário haver uma consciência situacional apropriada do panorama circundante, o que implica o reconhecimento dos objetos presentes na área, as suas interações com o ambiente e as suas intenções com base em hipóteses de ameaças, uma vigilância persistente, uma inteligência de segundo plano e uma análise de dados de várias fontes (Van den Broek et al., 2011).

### **1.1.2. Compilação do Panorama e Perceção Situacional**

Os navios são objetos de interesse no oceano sendo, portanto, fundamental recolher o máximo de dados sobre as suas características, atividades, missões e comportamentos. É, então necessário haver uma compilação do panorama de forma a clarificar os acontecimentos da região. Esta compilação consiste na recolha e análise de

dados sobre atividades que ocorrem no litoral, e através do que está definido como sendo a situação “normal” verificar-se a não existência de padrões anormais. Isso resulta no chamado *Recognized Maritime Picture* (RMP), que é o conjunto de imagens relevantes de várias atividades que ocorreram numa determinada área de interesse. A partir de análises dos processos reconhecidos no RMP é possível fazer previsões sobre atividades futuras, incluindo prever possíveis atividades ilegais ou inimigas, permitindo uma melhor percepção da situação. As informações retiradas na RMP são inseridas na COP (por exemplo a posição de ativos, características dos navios, rotas marítimas, portos, entre outros) compilando assim todo o conhecimento necessário a uma tomada de decisão mais ponderada (Van den Broek et al., 2011).

Para ser possível a monitorização dos diversos navios e embarcações são necessárias várias plataformas equipadas com sensores como o radar, recetores AIS e sistemas EO/IR. Estas plataformas podem ser navios (normalmente militares), UAVs (*unmanned aerial vehicles*), satélites e estações terrestres VTS (Van den Broek et al., 2011).

A Figura 4 mostra o processo de combinação das informações retiradas da observação, dos dados retirados dos sensores do navio e do conhecimento “a priori” da missão. Devem ser combinados de modo a determinar se o comportamento do navio é adequado ao estipulado ou infringe alguma norma. No coração do processo de combinação (representado no centro da figura), devem ser aplicados métodos de fusão. Para construir o panorama e alcançar a percepção da situação, a comunicação é essencial, permitindo a troca de informações entre ativos e plataformas. Desta forma, os dados retirados nos diversos sensores das unidades navais devem ser armazenados em bases de dados num formato padrão, para que possam ser facilmente acedidos e analisados, caso seja necessário (Van den Broek et al., 2011).

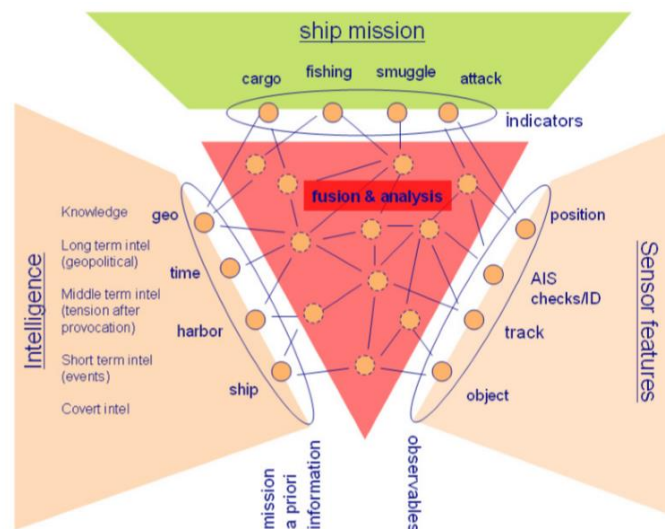


Figura 4 - Fluxos de informações para dados de sensores e inteligência, que devem ser fundidos e correlacionados com as assinaturas das missões do navio (Van den Broek et al., 2011)

### 1.1.3. Fusão dos Dados dos Sensores do Navio

Nas últimas duas décadas, as pontes dos navios sofreram atualizações devido ao rápido desenvolvimento tecnológico, o que alterou o papel do navegador, obrigando a uma revisão do processo de navegação marítima. Mais recentemente, a automação, as comunicações de banda larga e a *internet* levaram à possibilidade de usar embarcações remotas e não tripuladas, trazendo desafios adicionais (Victor Conceição, 2018b, pp. 13–15; Victor Conceição et al., 2018a, pp. 200–203).

As funções desempenhadas pelo navegador estão a sofrer alterações, relacionando-se mais com o estabelecimento de objetivos, planeamento e monitorização, visto que a execução e a vigilância estão a ser asseguradas por sistemas autónomos, nomeadamente, o piloto automático e o RADAR (ARPA - *Automatic Radar Plotting Aid*). Esta evolução de funções entre operadores (humanos) e sistemas autónomos (sensores dos navios) corresponde a níveis mais altos de dependência dos equipamentos eletrónicos, no controlo e supervisão do navio, assim como para o auxílio de uma melhor tomada de decisão, dando origem a um novo conceito e tipo de navegação, abordado no capítulo seguinte (Victor Conceição, 2018b, pp. 13–15; Victor Conceição et al., 2018a, pp. 200–203).

## 1.2. Conceito de E-Navigation

No seguimento do tema anterior, aborda-se o conceito de navegação eletrónica (*E-Navigation*), introduzido pela primeira vez na IMO em 2006, na 81.<sup>a</sup> sessão do Comité de Segurança Marítima (MSC 81 - 06 de maio). Foi adotado como um programa de trabalho baseado na necessidade de equipar os utilizadores a bordo dos navios com ferramentas de navegação novas, os responsáveis em terra com novas tecnologias que promovessem uma navegação segura e comunicações marítimas fidedignas e eficazes, minimizando os erros associados aos dados dos sensores (Weintrit & D. Patraiko, 2010).

Segundo Basker (2005), o conceito de *E-Navigation* foi designado como a transmissão, manipulação e exibição de informações de navegação em formatos eletrónicos, de forma a suportar as operações de porto a porto, tendo como principais componentes as cartas de navegação eletrónica, o posicionamento, os serviços de uso combinado de radionavegação por satélite e terrestre, as informações da embarcação (por exemplo, a rota ou o rumo), a comunicação (navio-terra, terra-navio ou navio-navio), os displays integrados a bordo do navio e em terra, as prioridades de passagem de informações e capacidade de alerta (Weintrit et al., 2007).

Em 2006, a Associação Internacional de Sinalização Marítima (IALA) designou *E-navigation* como a recolha, integração, permutação e apresentação harmonizada de informações marítimas a bordo e em terra por meios eletrónicos, de forma a melhorar a navegação e serviços relacionados (tais como a segurança e proteção da unidade naval no mar e do meio marinho circundante) (Patraiko, 2007, Weintrit & D. Patraiko, 2010).

Deste modo, a *E-navigation* tornou-se um conceito onde estariam incorporados vários sistemas e serviço, num plano estratégico liderado pela IMO, tendo sido necessário, para o desenvolver, o envolvimento de várias partes interessadas e afetadas por este tipo de navegação. Nesta enquadraram-se marinheiros, pilotos, autoridades portuárias, serviços portuários, estados costeiros, fabricantes, provedores de dados e a IMO (Patraiko, 2007).

O objetivo comum partilhado por todos os Estados-Membros da IMO é o compromisso de oferecer deslocações seguras, protegidas e eficientes em oceanos limpos. Tendo a IMO a oportunidade de desenvolver e mapear uma visão estratégica para uma

integração e utilização comuns, esta disponibiliza todas as ferramentas tecnológicas necessárias à navegação, garantindo assim um maior nível de segurança e prevenção de incidentes (Weintrit et al., 2007).

Uma vez que o objetivo de *E-navigation* reside em levar os navios com segurança, proteção e eficiência de um porto a outro de maneira ecológica, usando sistemas aprimorados globalmente para navegação, comunicação e serviços relacionados, para que este processo ocorra é necessário um elemento fundamental: o ser humano. A suposição principal deste processo passou a ser projetar qualquer elemento numa abordagem orientada ao utilizador, de modo a identificar soluções adequadas, através de uma análise completa de lacunas, de forma a melhorar a performance. Neste procedimento realizou-se o *Human Element Analyzing Process* (HEAP) que consistiu, essencialmente, numa lista de verificação para questões a serem consideradas (em particular relacionadas ao elemento humano, questões organizacionais e de treino) (Jonas & Oltmann, 2013).

Algumas questões sobre o elemento humano para desenvolver uma estratégia de navegação eletrónica já tinham sido abordadas, principalmente na interface homem/máquina, procurando o equilíbrio entre o padrão, a inovação e o desenvolvimento. Os modos de exibição / representação de informações devem ser apelativos e acessíveis para o utilizador, a comunicação apropriada à situação e o equipamento projetado para o envolvimento de toda a equipa presente na ponte do navio, promovendo o aumento dos níveis de atenção e motivação desta, sem causar distração (Weintrit et al., 2007).

Chega-se, assim, ao pressuposto principal deste tipo de navegação: projetar uma abordagem orientada ao utilizador, tendo como foco apenas três objetos: o próprio navio, as comunicações deste e o controlo existente em terra. A bordo da unidade naval procura-se encontrar a harmonização ideal dos sistemas de navegação, aliciando o marinheiro a desempenhar as suas funções de forma mais eficiente, colmatando possíveis distrações e sobrecarga. Em relação às comunicações, pretende-se fornecer uma infraestrutura que permita a transferência contínua de informações a bordo do navio, entre as autoridades do navio e terra ou entre o navio e outras embarcações. Relativamente às autoridades em terra que monitorizam as unidades navais tenciona-se fazer uma melhor gestão do *Vessel Traffic Service* (VTS) e outros serviços relacionados (por exemplo, busca e salvamento,

serviços portuários e *Maritime Safety Information* (MSI)), a fim de melhorar o fornecimento, a estruturação e a troca de dados abrangentes em formatos que seriam mais facilmente compreendidos ao nível da segurança e eficiência do navio (Jonas & Oltmann, 2013).

O desenvolvimento de uma *Common Maritime Data Structure* (CMDS) contribuiu para o aparecimento de um modelo de dados consistente e abrangente em todos os aspetos relacionados com o domínio marítimo e em geral no âmbito da *E-navigation*. Esta estrutura integra vários pilares inerentes a este tipo de navegação, nomeadamente a sua arquitetura, os equipamentos adequados para se utilizar a bordo, o *Maritime Service Portfolios* (MSPs), as tecnologias de comunicação, o *Position Navigation and Time* (PNT) e a infraestrutura em terra (Jonas & Oltmann, 2013).

A arquitetura do sistema de *E-navigation* deve ser construída de forma modular, visto que consistir em vários subsistemas complexos baseados em diferentes equipamentos (como ECDIS, ARPAR, *Conning*, VTS, entre outros) (Soweilam, 2016) (Hahn et al., 2016). Atualmente, o conceito de *E-navigation*, segundo a IMO, permanece o mesmo, apesar dos progressos ao nível tecnológico, promovendo uma navegação mais segura, económica e eficaz, o que levou a que se tornasse no tipo de navegação mais praticada (IMO, 2020). Desta forma, para que seja praticada é necessário que se conjuguem e associem todos os dados presentes nos sensores do navio, por forma a tornar a navegação mais segura, reduzindo as percas de informação. É assim introduzida uma nova noção nas áreas de aplicações militares: *Data Fusion Multisensor*.

### **1.3. Emprego do *Data Fusion Multisensor***

Nos últimos anos, a Fusão de Dados de Multisensores (DFM, ou *Data Fusion Multisensor*) foi alvo de atenção significativa para o desenvolvimento de aplicações militares e civis, visto serem técnicas que combinam informações de vários sensores e de diferentes bases de dados, de modo a obter uma maior precisão e inferências mais específicas em relação às obtidas através de um único sensor (Hall & Llinas, 1997), tendo várias aplicações em áreas distintas, por exemplo na navegação, computação, entre outras (Varshney, 1997). Uma vez que este conceito se encontra em constante desenvolvimento, existem várias definições, sendo a mais aceite pela comunidade científica até hoje a que



define *Data Fusion* como um processo a vários níveis que lida com a associação, correlação, combinação de dados e informações de fontes únicas e múltiplas, para alcançar posições refinadas, identificar estimativas, avaliações completas e oportunas de diversas situações e/ou ameaças (Castanedo, 2013).

Todavia, este conceito não é novo. Ao longo dos tempos, os seres humanos e os animais também desenvolveram a capacidade de usar múltiplos sentidos para melhorar a sua capacidade de sobreviver, fazendo também uma fusão de dados. Esta analogia encontra-se melhor explicada no Anexo B.

Os sistemas multisensores apresentam vantagens em relação aos que utilizam apenas um sensor, destacando-se a capacidade de avaliação da situação, por possuírem uma redundância inerente e aprimorada. Apresentam, também, uma maior confiabilidade e robustez, visto haver uma maior disponibilidade de dados, conseguindo colmatar mais facilmente possíveis falhas ou obstruções que possam surgir, visto conseguirem garantir uma maior cobertura, tanto a nível espacial como temporal, com menor tempo de resposta (Varshney, 1997).

Para projetar um sistema de fusão de dados multisensor numa aplicação específica, existem vários pontos fulcrais que precisam de ser abordados. As principais complicações neste processo focam-se, assim, na natureza dos sensores disponíveis, na sua resolução, no tipo de precisão dos dados a ser recolhidos, na capacidade computacional disponível do sistema, nos algoritmos de processamento e de sinal a serem implementados nos sensores, na arquitetura do sistema e na estrutura de comunicação e nível de fusão (Varshney, 1997).

Na Figura 5 pode observar-se um exemplo simples de como funciona o processo de *Data Fusion Multisensor*. Quando um objeto em movimento, por exemplo uma aeronave, é detetado e observado por dois sensores independentes ao mesmo tempo, neste caso um radar pulsado e um sensor de imagem por infravermelho, são retiradas duas observações diferentes. O radar apresenta apenas a capacidade de determinar com precisão o alcance da aeronave, não conseguindo determinar a direção angular da mesma. Por outro lado, o sensor de imagem por infravermelho pode determinar com precisão a direção angular da aeronave, sendo, no entanto incapaz de medir o seu alcance. Ao juntar

corretamente as observações recolhidas por estes dois sensores (como ilustrado na parte central da figura 5), a combinação dos seus dados irá determinar com uma precisão muito maior a localização do objeto referido e, conseqüentemente, reduzir muito a probabilidade de erro (Hall & Llinas, 1997).

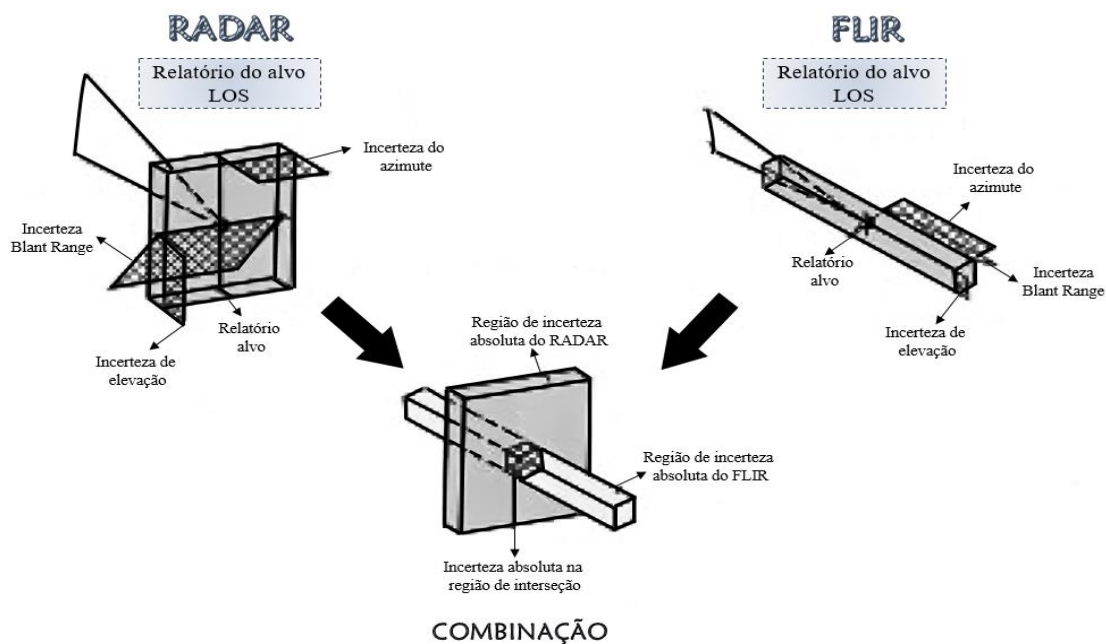


Figura 5 - Correlação dos dados dos sensores FLIR e RADAR (adaptado de Hall & Llinas, 1997)

### 1.3.1. Aplicações do *Data Fusion Multisensor*

Na maioria das aplicações de fusão de dados, os objetivos básicos do sistema são a detecção da presença de um ou diversos objetos, o seu reconhecimento, a sua identificação ou classificação, o seu seguimento, a sua monitorização e a detecção de alterações nas suas trajetórias. Desta forma, as aplicações podem ser classificadas em dois grupos: aplicações militares e aplicações civis. Historicamente, os métodos de fusão de dados foram desenvolvidos como aplicações militares, auxiliando em operações de detecção, localização, seguimento e identificação de entidades militares (como navios, aeronaves, armas e mísseis). Estas operações incluem ainda: o reconhecimento automatizado de alvos (por exemplo, armas inteligentes), a orientação de veículos autónomos, a detecção remota, a vigilância em campo de batalha e os sistemas automatizados de reconhecimento de ameaças, como os sistemas de *identification-friend foe-neutral* (IFFN). Todavia, com o passar do tempo, estes métodos estenderam-se a

aplicações civis, ocorrendo transferência de tecnologia bidirecional. As aplicações não militares tratam da monitorização de processos fabris, da manutenção de máquinas complexas, da robótica e de aplicações ao nível medicinal (Hall & Llinas, 1997; Varshney, 1997).

No âmbito das aplicações militares, a fusão de dados contribui especificamente para a vigilância oceânica, para sistemas de defesa ar-ar e sistemas de defesa superfície-ar. Na área de vigilância oceânica, estes sistemas são concebidos para detetar, seguir e identificar alvos e ou episódios ocorridos no oceano, tornando-se os responsáveis pela captação de comunicações entre unidades navais e pela monitorização das atividades oceânicas. A deteção, o seguimento e a identificação de submarinos, torpedos e mísseis subaquáticos. estão também no foco destes sistemas, possuindo técnicas de guerra antissubmarina para apoiar as operações da frota táctica da Marinha e outros sistemas automatizados para guiar veículos autónomos. O volume de vigilância geralmente é muito grande e o sistema envolve vários sensores de diferentes meios militares, sendo os principais o radar, o sonar, a inteligência eletrónica (ELINT), a observação de tráfego de comunicações (COMINT), o infravermelho e as observações por radar de abertura sintética (SAR). O objetivo principal dos sistemas ar-ar e superfície-ar é detetar, seguir e identificar aeronaves, mísseis e armas antiaéreas inimigas, estes utilizam sensores passivos e ativos, nomeadamente, radares recetores *electronic support measure* (ESM), infravermelho, sensores de IFF e sensores de imagem eletro-óticos. (Varshney, 1997).

### **1.3.2. Metodologia do *Data Fusion***

A *Data Fusion* é uma área multidisciplinar que envolve vários campos, tornando-se difícil de a classificar. No entanto já vários autores tentaram fazê-lo, empregando métodos e técnicas que podem dividir-se de acordo com os seguintes critérios (Castanedo, 2013):

- (1) Atendendo às relações entre as fontes de dados de entrada, definidas como: dados complementares; redundantes ou; cooperativos, conforme proposto por Durrant-Whyte (1988);
- (2) De acordo com os tipos de dados de entrada / saída e da sua natureza, de acordo com Daarathy (1997);

- (3) Seguindo um nível de abstração dos dados empregues: medição bruta; sinais e; decisões de características;
- (4) Com base nos diferentes níveis de fusão de dados definidos pela *Joint Directors of Laboratories* (JDL);
- (5) Dependendo do tipo de arquitetura: centralizado; descentralizado ou; distribuído.

De forma a determinar se a aplicação de métodos de *Data Fusion* é viável, deve-se avaliar o custo computacional do processo e o atraso introduzido na comunicação. A abordagem centralizada é teoricamente ideal quando não há um grande custo de transmissão associado e quando os recursos computacionais são suficientes. No entanto, essa situação geralmente não se verifica em aplicações práticas. Em contraste com os sistemas centralizados, os métodos de fusão de dados distribuídos introduzem no seu processo alinhamentos espaciais e temporais de informação, medições fora de sequência e correlação de dados (Castanedo, 2013).

#### **1.4. Contexto do Business Intelligence**

As Tecnologias de Informação (TI) têm vindo a desempenhar um papel extremamente importante nas organizações ao longo dos anos. Inicialmente, o seu propósito era automatizar os processos operacionais da organização. Posteriormente evoluiu, disponibilizando uma maior quantidade de informações às organizações, fazendo com que estas, conseqüentemente, possuam maior conhecimento, visto saberem o pior que aconteceu no passado, preparando-se para futuros cenários (Santos & Ramos, 2006).

Foram surgindo ao longo dos tempos, grandes e complexas transformações tecnológicas que tornaram essencial, para o sucesso da organização, encontrar uma maneira de fundir, armazenar e compreender a imensidão de dados produzidos. O processo de compilação de dados provenientes de fontes internas ou externas e a aplicação de ferramentas/técnicas de análise para um melhor entendimento e conhecimento desses, assegura uma melhor percepção da situação ao indivíduo, contribuindo para uma melhor tomada de decisão (Gangadharan & Swami, 2004).

Desta forma, começou-se a implementar sistemas de informação (SI), que segundo Laudon & Laudon (2015), são caracterizados como um conjunto de componentes inter-relacionados que recolhem, processam, armazenam e distribuem

informações, auxiliando tanto na resolução de problemas como na criação de novos produtos e, consequentemente, na tomada de decisão. O que se pretende é criar um sistema destes que sirva de apoio na tomada de decisão, sendo fundamental que se faça a recolha dos dados necessários dentro da organização, processando-os posteriormente e convertendo-os em algo significativo, que resulte de informação e conhecimento pertinente para o indivíduo – *Business Intelligence* (BI) (Cody et al., 2002; Gangadharan & Swami, 2004).

De acordo com Negash (2004), o BI é um sistema de informações estratégicas que através de um repositório de dados centralizado, proveniente de várias fontes, é capaz de fornecer e transformar dados em informações significativas com recurso a ferramentas analíticas, sendo o seu principal objetivo fornecer informações oportunas e de qualidade aos envolvidos no processo de tomada de decisão, analisando para isso grandes quantidades de dados sobre a organização e as suas atividades. Por vezes, este conceito refere-se à tomada de decisões online, ou seja, com resposta instantânea (Gangadharan & Swami, 2004; Negash, 2004; Tutunea & Rus, 2012).

Existem diversos conceitos e denominações inerentes ao BI, desde as suas características, como o que o distingue do *data warehouse* ou de um *data marts*, assim como a descrição das diversas ferramentas que o compõem ou os possíveis esquemas que este pode assumir. Em anexo está contido um resumo da teoria sobre esta temática: Anexo C – Conceitos Fundamentais sobre *Business Intelligence*.

## **1.5. Sumário**

Na navegação é fundamental conhecer o meio envolvente o melhor possível por forma a proteger a unidade naval de possíveis perigos, salvaguardando-a. Para que isso aconteça, o navegador ou o Oficial de Quarto à Ponte (OQP) devem ter uma boa perceção espacial, conhecendo os fatores ambientais, os sistemas ou as informações a analisar, assim como ter a perceção do estado da missão e das tarefas, tanto realizadas como a realizar (Wickens, 2002; Hareide, 2019).

A tecnologia tem permitido que cada vez mais tarefas sejam executadas e apoiadas por sistemas autónomos. Tornando-se o papel dos operadores cada vez mais dependente

dos equipamentos, que auxiliam no controlo e supervisão do navio, apoiando a tomada de decisão (Conceição, 2018b, pp. 13–15; Conceição et al., 2018a, pp. 200–203).

De modo a criar uma linha de pensamento consistente sobre os temas abordados, é necessário concluir-se que para ser possível praticar uma navegação em segurança é necessário saber o que acontece no meio envolvente. Para que isso seja possível, a navegação deve ser apoiada e auxiliada por diversos sensores constituintes da ponte de um navio. Estes sensores produzem imensos dados e, de forma a ser possível interpretá-los, é necessário haver a fusão da sua informação, a fim de ser possível transformar essa informação em conhecimento pertinente para a tomada de decisão através da análise humana, assegurando uma maior segurança na navegação.

Para se ter acesso aos dados provenientes dos equipamentos das unidades navais, bem como à fusão realizada entre eles é necessária a existência de um armazém de dados, onde estes estejam armazenados e possam ser trabalhados e processados. O processo de recolha e processamento dos dados que irá ser construído na presente dissertação é designado por *Business Intelligence* (BI), consistindo num repositório de dados integrado que considera o fator tempo, regista tópicos relevantes para a organização, e apoia a tomada de decisão (B. Inmon & Krishnan, 2011).

Os dados utilizados nesta dissertação serão provenientes de diferentes sensores de uma unidade naval, podendo melhorar funções de inteligência e controlo dos sistemas. No entanto, o *design* e a implementação de sistemas de fusão são uma tarefa extremamente complexa, visto que a modelação, o processamento, a união e a interpretação dos dados para assimilação e dedução de conhecimento são problemas desafiadores, podendo estar incompletos, inconsistentes ou imprecisos (Varshney, 1997).

No final deste capítulo consegue dar-se resposta à QD1, afirmando assim que a tecnologia a ser implementada será o *business intelligence*. Os métodos que irão ser utilizados são o conhecimento situacional marítimo, a navegação eletrónica e a fusão de dados de diversos sensores. Pegando, ainda, na Tabela 1 apresentada no início deste capítulo (que contém as perspectivas de análise do mesmo), pode fazer-se uma análise retrospectiva de forma a classificar as áreas de conhecimento (seções) em que estas se enquadram mais. Desta forma, foi criada a Tabela 2 onde se pode ter uma perceção visual

mais clara da relação existente entre as “Perspetivas de Análise” e as “Áreas de Conhecimento” onde a classificação é feita por letras e números de acordo com a legenda apresentada.

Tabela 2 – Classificação da relação entre as “Perspetivas de Análise” e as “Áreas de Conhecimento”

Perspetivas de Análise	Áreas de Conhecimento			
	Conhecimento Situacional Marítimo	E- Navigation	Data Fusion Multisensor	Business Intelligence
(A)	4	4	2	1
(B)	3	3	2	1
(C)	3	4	4	1
(D)	4	4	4	1
(E)	4	4	4	3
(F)	2	2	2	4
(G)	3	3	3	2
(H)	1	2	2	4
<b>Legenda:</b>	1- Enquadra-se pouco	2- Enquadra-se	3- Enquadra-se muito	4- Enquadra-se plenamente





# Capítulo 2



## Caracterização do Domínio do Problema

- ❖ 2.1. Designação dos Sensores do Navio
- ❖ 2.2. Fontes de Dados
- ❖ 2.3. Levantamento de Requisitos
- ❖ 2.4. Cenário a ser Validado na Solução



## **2. Caracterização do Domínio do Problema**

*“Duty is the great business of a sea officer; all private considerations must give way to it, however painful it may be.”*

*Horatio Nelson*

Neste segundo capítulo pretende-se designar quais são os sensores e sistemas constituintes de uma unidade naval e, mais especificamente, quais serão as fontes de informação onde os dados iram ser recolhidos. Tenciona-se, ainda, formular os requisitos que a solução deve cumprir, bem como dar resposta à QD2 e QD3 referidas na Introdução.

Uma vez que o objetivo final da presente dissertação é criar uma solução de *business intelligence*, é fundamental saber quais são os requisitos e perguntas que se deseja ser respondidas pelo sistema, sendo estas referidas neste capítulo. De modo a seguir-se uma linha de pensamento lógica, este capítulo será constituído por 3 seções principais: Designação dos Sensores do Navio; Fontes de Dados; Levantamento de Requisitos e; Cenário a ser Validado na Solução.

### **2.1. Designação dos Sistemas do Navio**

No âmbito da atividade operacional, os navios produzem e transferem um grande volume e diversidade de dados. Nas unidades navais, as equipas são geralmente heterogéneas, as tecnologias e os sistemas disponíveis variam de navio para navio, a comunicação depende de sistemas eletrónicos e digitais e o ambiente natural destes espaços pode tornar-se bastante exaustivo e stressante. A bordo, a missão da guarnição é levar o navio de um local para outro em segurança e com a maior eficiência possível, sendo a principal função da equipa da ponte guiar a unidade naval necessitando, para isso, de ter em conta 3 fatores essenciais: o planeamento da viagem, a quantidade de combustível necessária relativamente ao número de milhas a percorrer e a prevenção de riscos. Além destas questões, as incertezas e perturbações diárias a bordo tornam a navegação marítima um sistema crítico dinâmico e complexo (Conceição, 2018).

Independentemente dos métodos de navegação e das ferramentas disponíveis, os problemas básicos da navegação remetem sempre para a determinação da posição, rumo do navio e da direção, tempo e distância do mesmo face a outros perigos. Desta forma, a Figura 6 revela algumas das características desses elementos, onde a distância está relacionada ao tempo, velocidade e posição. Deve-se observar que, às vezes, é mais importante saber como o navio está em relação aos perigos do que saber com exatidão a sua posição absoluta sendo, para isso essencial uma boa coordenação das informações transmitidas pelos diversos sensores disponíveis a bordo (Victor Conceição, 2018a).

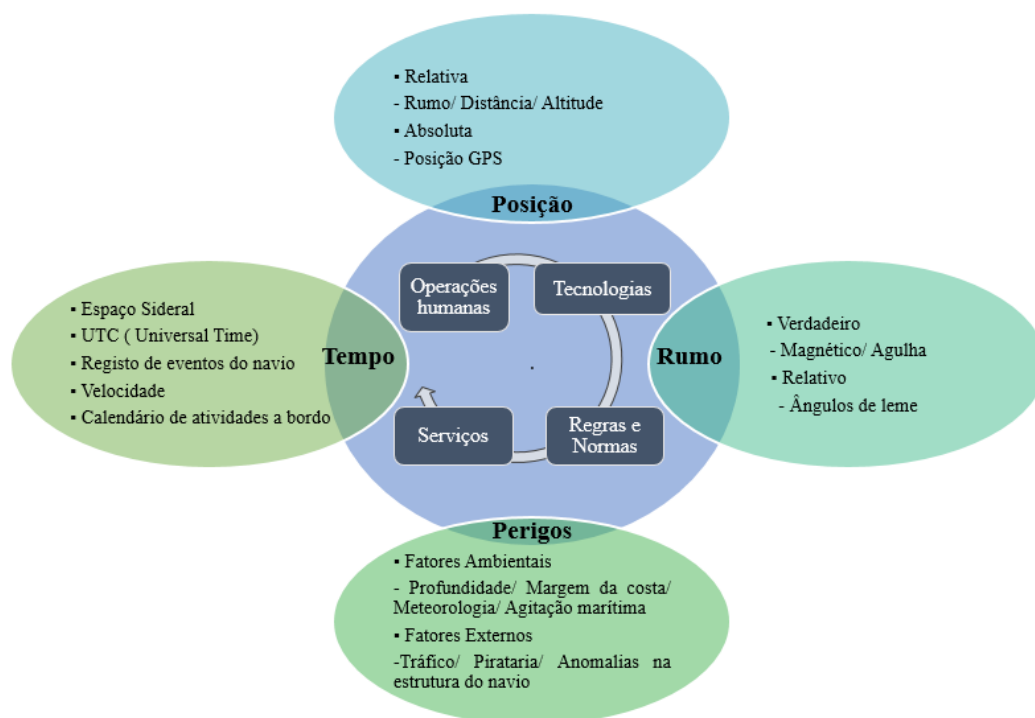


Figura 6 - Os elementos básicos da navegação (adaptado de Conceição (2018))

Nas últimas duas décadas ocorreram grandes inovações tecnológicas, nomeadamente nos sensores utilizados na navegação, levando a transformações nos seus processos. Desta forma, torna-se necessário um estudo e uma pesquisa mais detalhada sobre os artefactos tecnológicos que podem ser utilizados na conceção da solução desta dissertação, especificamente, os que envolvem a interação indivíduo-sensor, de modo a contribuírem para o auxílio da tomada de decisão (Victor Conceição et al., 2018b).

Cada vez mais o papel do navegador está suportado por sensores e sistemas automatizados que o auxiliam no cumprimento das suas tarefas, nomeadamente, no planeamento, monitorização, execução e vigilância do navio. Estes sistemas

automatizados fornecem vários dados relativos à posição, panorama regional e condições ambientais do local onde se encontra o navio. Esta transformação que está a ocorrer ao nível da navegação é enfatizada pela enorme quantidade de dados e informações fornecidas por sensores de bordo, bases de dados e serviços marítimos em terra, levando a preocupações crescentes sobre a carga de trabalho necessária para o navegador e os seus efeitos na consciencialização da situação e no auxílio nas tomadas de decisão. Desta forma, torna-se extremamente importante o modo como os dados são modelados e processados para possibilitar a sua utilização efetiva (Victor Conceição et al., 2018b).

Devido aos avanços tanto nas tecnologias da informação e comunicação bem como nos sistemas globais de posicionamento por satélite, juntamente com o estabelecimento de padrões de desempenho mais altos de eficiência e segurança, alguns dos sistemas que estão implementados nas unidades navais são (Conceição, 2018):

- O recetor do Sistema Global de Navegação por Satélite (*Global Navigation Satellite System – GNSS*) é utilizado para obter a informação sobre o tempo (em horas, minutos e segundos) durante toda viagem, de forma a estabelecer e atualizar a posição do navio por meios automáticos (como por exemplo: GPS, GLONASS, DGPS). Os serviços diferenciais transmitem informações para aprimorar o Sistema de Posicionamento Global (GPS) e o Sistema Global de Navegação por Satélite (GLONASS) para fornecer a precisão e a integridade necessárias para entradas e saídas de diferentes portos e, em áreas nas quais a liberdade de manobra é reduzida e limitada. Desta forma, o GPS é um sistema tridimensional de posicionamento, velocidade e tempo tridimensional baseado no espaço, que é operado pelo Governo e Força Aérea dos Estados Unidos. Este é uma componente do Sistema Mundial de Radionavegação (WWRNS – *World Wide Radio Navigation System*) para uso na navegação em águas que não sejam entradas e aproximações de portos e águas restritas. O GLONASS também é um sistema tridimensional de posicionamento, velocidade e tempo gerido pelo Governo da Federação Russa e pela Agência Espacial Russa, reconhecido como um componente do WWRNS. O Diferencial (DGPS) possui um recetor diferencial, que contém melhores padrões de desempenho para precisões mais estáticas e

dinâmicas, sendo, geralmente, utilizado em contexto militar (Victor Conceição, 2018a; IMO, 2001, 2000d, 2000c);

- O Sistema de Detecção e Telemetria por Rádio, designado por RADAR (*Radio direction and ranging*), é um sistema de rádio que permite determinar a distância e a direção dos objetos refletivos e dos dispositivos transmissores. Este equipamento deve auxiliar a navegação, promovendo a sua segurança ao fornecer informações relevantes tanto sobre o próprio navio, como, relativamente, a outras embarcações de superfície, obstruções, perigos, objetos de navegação e linhas costeiras. Existem auxílios automáticos para o RADAR que representam uma melhoria relativamente ao RADAR tradicional verificando-se, principalmente, em atividades de anti colisão, permitindo a deteção e seguimento automáticos de diversos alvos e facultando, ainda, cálculos precisos e rápidos com alertas, reduzindo a carga de trabalho dos OQP (Conceição, 2018; IMO, 2004);
- O Sistema Eletrónico de Exibição de Cartas e Informações (*Electronic Chart Display and Information Systems – ECDIS*) consiste num sistema de informações de navegação que consegue atender aos requisitos da carta náutica em papel atualizada definida pela Convenção SOLAS, exibindo e selecionando informações do sistema das cartas eletrónicas de navegação (SENC – *System Electronic Navigational Chart*) e, ainda, recolhendo informações de posição dos sensores de navegação para auxiliar no planeamento e monitorização de rotas. O SENC reside numa base de dados, no formato do ECDIS interno do fabricante, que resulta da transformação sem perdas de todo o conteúdo das Cartas Eletrónicas de Navegação (ENC- *Electronic Navigational Chart*) e das suas atualizações. Por sua vez, a ENC consiste numa base de dados, padronizado quanto ao conteúdo, estrutura e formato, emitido para uso com o ECDIS por ou sob a autoridade de um Governo, do Instituto Hidrográfico (IH) ou outra instituição governamental relevante e em conformidade com os padrões da Organização Hidrográfica Internacional (IHO – *International Hydrographic Organization*). O ENC contém todas as informações das cartas necessárias para uma navegação segura e pode, ainda, conter informações adicionais, além das contidas na carta em papel (por exemplo instruções de navegação, informações e comentários adicionados pelo navegador, entre outras) que podem ser

consideradas necessárias para uma navegação segura (Victor Conceição, 2018a; IMO, 2020);

- O Sistema Integrado da Ponte (*Integrated Bridge System – IBS*) é definido como uma combinação de sistemas que permitem o acesso centralizado às informações do sensor ou comando / controlo das estações de trabalho, suportando a execução de passagens, comunicações, controlo de máquinas, controlo de carga, segurança e proteção. Este sistema é, geralmente, constituído por piloto automático, RADAR duplo / ARPA, agulhas giroscópicas, sistemas de fixação de posição, configuração de ECDIS, Visor *Conning* (permite a exibição de informações que resumem os importantes sensores de navegação), sistema de distribuição de energia, caixa de direção e GMDSS (*Global Maritime Distress and Safety System*) (Victor Conceição, 2018a; IMO, 1996);
- O Sistema Integrado de Navegação (*Integrated Navigation System – INS*) tem o objetivo de promover a segurança da navegação, fornecendo funções integradas e melhoradas para evitar problemas geográficos, de tráfego, ambientais e perigos. Este sistema foi projetado para abordar a conscientização e a carga de trabalho dos marinheiros e operadores, melhorando a segurança e rapidez da navegação, avaliando as entradas de dados de vários sensores diferentes e independentes, combinando-as para fornecer informações que carecem de alertas oportunos na ocorrência de situações perigosas e/ ou falhas de um sistema que possa sortir da degradação e integridade da informação do mesmo (Victor Conceição, 2018a; IMO, 2007);
- O Sistema de Identificação Automática (*Automatic Identification Systems – AIS*) é um sistema colaborativo de autorrelato que auxilia a equipa da ponte na identificação de embarcações, seguimento de alvos e troca de informações com outras embarcações e estações em terra, usando comunicações digitais de ligação de dados. Os navios equipados com transmissores AIS transmitem periodicamente mensagens com informações da própria unidade, que podem incluir características da mesma, o seu destino, e informações provenientes do equipamento de bordo, como localização atual, rumo e velocidade. O AIS foi originalmente concebido como uma segurança para apoiar serviços de tráfego de embarcações e na travessia de porto para porto. Desta forma, este sistema visa melhorar o

conhecimento situacional, fornecendo informações adicionais derivadas diretamente de sistemas digitais transportados por navios. No entanto, este sistema possui vários problemas de integridade relacionados com a disponibilidade e fiabilidade dos dados (Cazzanti et al., 2015; Victor Conceição et al., 2018b, p. 11; Robards et al., 2016).

A informação proveniente destes sistemas é complementada por outros sensores, designadamente: odómetro, anemómetro, barómetro, sonda, entre outros constituintes das pontes das unidades navais. Para uma melhor compreensão, no Anexo D, encontra-se uma tabela síntese sobre os dados provenientes destes sistemas e a sua constituição.

Resumindo, a navegação marítima é uma atividade complexa e dinâmica onde a segurança deve ser prioridade, ocorrendo em diferentes contextos moldados por influências sociais, condicionados por fatores inerentes ao homem (como a arquitetura e limitações do próprio navio) e expostos a diversos fatores ambientais. O diagrama da Figura 7 releva alguns dos elementos que contextualizam as configurações da navegação marítima (Victor Conceição, 2018a)

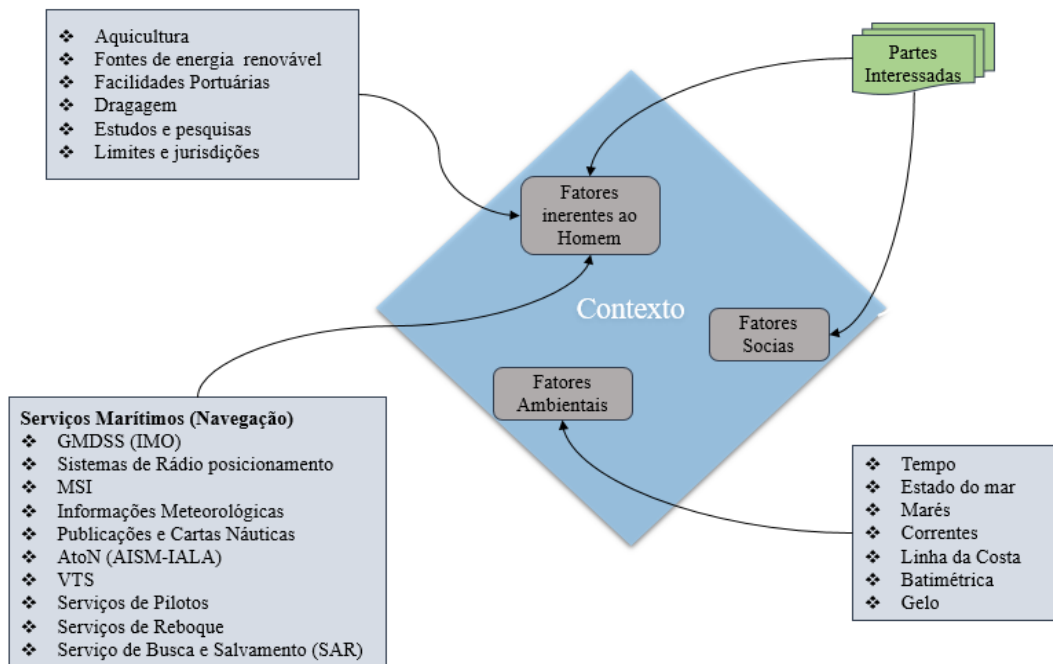


Figura 7 - Elementos que contextualização a navegação marítima (adaptado de Conceição (2028))



Como já foi mencionado, as unidades navais da Marinha Portuguesa, no âmbito das suas atividades operacionais produzem e transferem entre si um enorme e diversificado volume de dados, tornando difícil o processo de análise e tomada de decisão pela falta de consolidação no modo de recolha e tratamento de dados por parte de cada unidade (J. Machado et al., 2018).

É necessário incorporar diversos dados provenientes de várias fontes, não bastando apenas recolhê-los e guardá-los. Torna-se ainda necessário submetê-los a uma fase de processamento, otimização e adaptação para validar a sua utilização. Pretende-se que esse processo seja feito com dados adquiridos em tempo real, a fim da informação recolhida e analisada auxiliar o indivíduo na tomada de decisão. Deste modo, torna-se relevante a conceção de uma solução para este problema, através de um sistema de *business intelligence*.

## **2.2. Fontes dos Dados**

Numa unidade naval são produzidas grandes quantidades de dados oriundos de diversos sensores e equipamentos. Alguma da informação produzida e transmitida pelos sensores flui na rede padrão do navio enquanto outra é registada em formato de papel em diferentes locais, consoante o seu tipo.

Os navios contêm, portanto, diferentes tipos de dados, uns produzidos por elementos tecnológicos (equipamentos) e outros criados pela interação entre a informação retirada destes e a análise da mesma pelo elemento humano.

Nesta seção pretende-se designar quais as fontes de dados existentes numa unidade naval e dessas designando as que serão utilizadas na conceção do sistema. Dentro da totalidade desses dados deve compreender-se quais são os mais pertinentes para a tomada de decisão, de modo a assegurar a segurança da navegação. Desta forma, no estudo do *design* do sistema é necessário averiguar, de entre os dados de que o navio dispõe quais são fulcrais para a navegação, de modo a conduzir a solução nesse âmbito.

### **2.2.1. Dados da Rede NMEA**

A *National Marine Electronics Association* (NMEA) tem como missão ser uma organização mundial autossustentável, com o compromisso de aprimorar a tecnologia e a segurança dos meios eletrónicos utilizados em aplicações e operações marítimas (*NMEA National Marine Electronics Association*, acedido em 01/07/ 2020).

A rede NMEA desenvolveu, também, um padrão que permite a comunicação de dados entre os vários sensores e sistemas eletrónicos a bordo de uma unidade naval. Este padrão (NMEA 2000) constitui uma rede de dados seriais bidirecional, multi transmissores e multi recetores (Betke, 2000).

Alguns dos dados utilizados na presente dissertação foram retirados dos sensores de um navio da Marinha Portuguesa (MP) que fluíam através da rede NMEA, rede *standard* dos navios da Armada. Para os dados serem recolhidos, o navio teve de se encontrar a navegar, tendo estes dados sido retirados diretamente da fonte (rede NMEA) a partir do computador do sensor ECDIS existente na ponte do navio.

Uma vez que a rede NMEA possui diversos formatos de dados para os diferentes sensores, nem todos os tipos de formatos fluem na rede dos navios da MP. Desta forma apenas alguns tipos de formatos da rede NMEA foram utilizados. No Anexo E, na Tabela 20 e na Tabela 21, encontram-se discriminação dos dados, bem como a sua designação, descrição, constituição e formato.

### **2.2.2. Outras Fontes de Informação**

Uma grande fonte de informação nos navios é produzida e transmitida pelos elementos da guarnição que se encontram de quarto (designação do horário de trabalho em que os elementos da guarnição se encontram na ponte ou noutra do navio a desempenham as suas funções, contribuindo para o controlo e condução do navio). Estes dados constam, geralmente, em formato de papel e são preenchidos por diferentes elementos, consoante a sua função (Vítor Conceição et al., 2020; Estado-Maior da Armada, 2020).

Os vigias do navio, que relatam marcações de contactos (que podem ser outros navios, avisos à navegação, entre outros), têm um papel bastante importante na prática de

navegação em águas restritas, para entrar ou sair de um porto. Nestas circunstâncias é necessário que o navegador tenha informação complementar à dos sensores do navio, a fim de conhecer sempre a sua posição, assegurando a segurança da navegação. Desta forma, é possível determinar a posição do navio consoante o azimute a determinadas marcas visuais conspícuas (exemplo: pontes, faróis, edifícios altos; igrejas, centrais elétricas, entre outros), estipuladas previamente pelo Oficial Navegador a bordo. Assim, os azimutes “cantados” pelos vigias às designadas marcas consistem numa fonte de informação (Vítor Conceição et al., 2020; Estado-Maior da Armada, 2020; Javaux et al., 2015).

Os comunicativos são responsáveis por anotar todas as comunicações recebidas e transmitidas de e para outros navios, sejam estas feitas através de rádio, de sinais sonoros ou de bandeiras (Vítor Conceição et al., 2020; Estado-Maior da Armada, 2020).

O Formex 101 é, também, uma importante fonte de dados, onde constam todas as ordens proferidas durante um quarto, sejam referidas pelo OQP ou pelo Comandante (CO) do navio, bem como todos os acontecimentos relevantes decorridos durante o mesmo. Estas ordens podem ter de ser cumpridas no exato momento em que são proferidas, como é o caso das que são diretamente transmitidas ao elemento que controla o leme ou os telégrafos, ou podem ser executadas posteriormente, nomeadamente quando se referem ao *setting* de equipamentos, ou a exercícios que serão realizados durante o período do quarto (Vítor Conceição et al., 2020; Estado-Maior da Armada, 2020).

Para se conhecer melhor a maneira como o navio responde às mudanças de rumo e velocidade é necessário conhecer as suas características, bem com os seus elementos evolutivos. Os elementos evolutivos de um navio dão um conjunto de informação referente às suas características de manobrabilidade, especificamente à maneira como reage aos efeitos do leme e do aparelho propulsor. Esta informação é essencial para ser possível fazer uma correta avaliação do comportamento do navio, a fim de planejar, executar a manobra e a navegação (Estado-Maior da Armada, 2012).

É extremamente importante saber a profundidade do navio ao fundo do mar, esse valor é calculado para um determinado local e num dado momento. Este consiste na soma da altura de água indicada pelas Tabelas de Marés com o valor da sonda que figura na carta

náutica para esse local (sonda reduzida). Desta forma, é necessário saber a altura de maré prevista, expressa em metros e calculada para cada porto em relação ao zero hidrográfico (ZH) (Marinha Portuguesa, 2020a).

Existe, ainda, o Formato do Comunicado *Ship* onde constam diversos dados meteorológicos, sendo os mais relevantes: a altura e direção da maré; o nível de humidade; a precipitação; a visibilidade; a quantidade de nuvens no céu e; o valor das diferentes temperaturas, seja a temperatura em seco (do ar), em molhado (da água que se encontra á temperatura ambiente) e a do mar (água proveniente do mar). Este é uma boa fonte de informação para dados meteorológicos (Estado-Maior da Armada, 2020).

### **2.3. Levantamento de Requisitos**

Para a criação de um sistema de *business intelligence* é necessário haver a formulação de requisitos e a estipulação de perguntas para ter como base na sua construção e *design*. Desta forma, tendo em conta os objetivos definidos para esta dissertação, assim como as fontes de dados e informação utilizadas, a solução a ser criada deve ser capaz de dar resposta a diversas questões. As questões foram divididas em 3 níveis de acordo com o seu grau de complexidade: no nível 1 as perguntas são mais diretas; no nível 2 as perguntas têm de relacionar mais de que um conceito e; no nível 3 as perguntas mais complexas, uma vez que misturam diversas informações e conceitos abordados nas perguntas dos níveis anteriores.

O sistema que foi criado dará resposta às diversas questões estipuladas sempre com a referência à data, hora e posição do navio em determinado momento referido ao dado. Dada a impossibilidade de criar um sistema que dê resposta a todas as questões, definiram-se, de entre as possíveis perguntas que se podem fazer nesta área, quais as mais relevantes a serem respondidas pelo sistema, delimitando, assim, o âmbito da investigação.

De forma a responder à QD2 referida na introdução, as questões a que o sistema BI criado deu resposta são as que se encontram a negrito na Tabela 2, Tabela 3 e Tabela 4. As restantes são exemplos de perguntas, dentro do mesmo âmbito a que um futuro sistema poderá vir a dar resposta.

Tabela 2 - Exemplo de perguntas a ser respondidas pelo sistema BI do nível 1

Questões Nível 1
Qual o tempo de duração da navegação no planeamento de um dado porto?
Qual é a hora do início de um dado planeamento?
Qual é a hora do fim de um dado planeamento?
Qual é o fenómeno da maré que está presente num dado planeamento de navegação?
Qual é a velocidade de superfície do navio $V_s$ na hora $t$ ?
Qual é a proa magnética $P_m$ numa determinada hora?
Qual é o valor da velocidade do vento para uma determinada hora?
Qual é o valor da corrente a uma dada hora?
Qual é a proa verdadeira $P_v$ na hora $t$ ?
Qual é o rumo verdadeiro $R_v$ do navio?
Qual é o Afastamento Lateral do navio a uma dada hora?
Qual altura da maré de 15 em 15 minutos durante da entrada do porto $x$ ?
Qual a largura mínima de águas disponíveis no planeamento do porto $x$ ?
Qual o calado do navio $C$ na hora $t$ ?
Qual a intensidade e direção do vento esperado ao longo do planeamento?
Qual é o erro de índice do radar na hora $t$ ?
Qual o azimute da giro $A_{zg}$ ao enfiamento $l$ ?
Qual o azimute verdadeiro $A_{zv}$ do enfiamento $l$ ?
Qual o erro da giro $E_g$ na hora $t$ ?
Qual o desvio da agulha na proa da agulha $P_a$ ?
Qual a visibilidade esperada na posição $p$ ?
Qual a visibilidade observada na posição $p$ ?
Qual é a agitação marítima esperada na posição $p$ ?
Qual é a agitação marítima observada na posição $p$ ?

Tabela 3 - Exemplo de perguntas a ser respondidas pelo sistema BI do nível 2

<b>Questões Nível 2</b>
<b>Quantos contactos podem ser avistados no planeamento de navegação e quais são os dados relativamente à sua velocidade, azimuth e distância?</b>
<b>Considerando a posição do navio P, bem como o seu rumo R e velocidade V, a que distância D está do WP1 e a que horas H irá conseguir chegar a este?</b>
<b>Sabendo a posição do navio P, o seu rumo R e velocidade V, qual é o CPA e o TCPA ao contacto X?</b>
<b>Com base na posição do navio P, bem como o seu rumo R e velocidade V, a que distância D e a que horas H irá chegar ao fim do planeamento?</b>
Sabendo o planeamento, a altura da maré de 15 em 15 min na entrada do porto, qual a corrente de maré estimada ao longo do planeamento?
Qual é o ETA do planeamento se no meio do caminho for necessário reduzir a velocidade para 4 nós durante 10 minutos? Qual é a nova velocidade necessária para cumprir o planeamento?
Sabendo o planeamento, o calado do navio e a altura da maré de 15 em 15 min na entrada do porto, qual a sonda mínima esperada em cada pernada?
Sabendo a velocidade verdadeira, o rumo, a proa verdadeira e a velocidade de superfície, qual a corrente observada na posição p / hora t?
Qual é a diferença entre a corrente estimada e a corrente determinada, na hora t?

Tabela 4 - Exemplo de perguntas a ser respondidas pelo sistema BI do nível 3

<b>Questões Nível 3</b>
<b>Sabendo o planeamento do navio, as novas velocidades para cada pernada e correspondentes momentos de guinada, qual o ETA dos momentos de guinada?</b>
<b>Sabendo o planeamento do navio, as novas velocidades para cada pernada e correspondentes momentos de guinada, qual o ETA ao objetivo final?</b>
Sabendo o Azimute verdadeiro do enfiamento $A_v$ e o planeamento do navio, efetuar um aviso quando faltar 3 minutos para os seu cruzamento e alertar quando faltar 30 segundos?
Sabendo a posição P, a proa $P_v$ e a velocidade de superfície $V_s$ do navio, qual é a relação entre parâmetros de atitude do navio e forma das obras vivas com a profundidade?
Qual é a velocidade máxima que é possível praticar na entrada do porto X?

Qual é a manobra recomendada, de acordo com o RIEAM, para o navio numa situação de proximidade com outra embarcação?

Como já foi mencionado, foram utilizadas diversas fontes de informação, sendo as principais os sensores que compõem a ponte do navio (ECDIS, RADAR, AIS, GPS, anemómetro, sonda, entre outros) e as retiradas dos registos realizados durante os quartos sobre eventos decorridos durante os mesmos (por exemplo, ordens dadas pelo OQP, azimutes retirados pelos marcadores, avistamentos, comunicações recebidas e transmitidas, entre outros). O formato de recolha e pré-processados os dados será: rede NMEA ou papel. Através da rede NMEA podem ser recolhidos distintos dados provenientes dos diversos sensores existentes na ponte. Porém existem outros dados em formato de papel, nomeadamente, informações provenientes do *Formex* 101, ou de outra fonte de registo existente na ponte de eventos e de ordens decorridas durante o quarto. Desta forma, fica respondida a QD3.

## **2.4. Cenário a ser Validado na Solução**

O cenário a ser considerado para a recolha de dados utilizados na construção da solução será o planeamento de saída do Porto de Lisboa. Considera-se que a navegação foi praticada por um navio da MP, estando, portanto, presentes a bordo todos os equipamentos/ sensores e fontes de informação referidos anteriormente neste capítulo.

Considera-se que o navio largou de um cais da Base Naval de Lisboa (BNL) por volta das 10:00A do dia 20 de março de 2019, sendo que o registo dos dados só começou a ser efetuado passado 3 minutos após o navio ter largado do cais (às 10:03A). Os registos efetuados tiveram uma duração total de 36 minutos, terminando às 10:39A. Todos os dados serão registados de 30 em 30 segundos. As condições meteorológicas consideradas neste cenário estarão de acordo com as condições reais existentes na referida altura.

Para uma melhor visualização da área do cenário a Figura 8 ilustra a zona em questão, assim como retrata a tracejado o possível planeamento onde serão recolhidos os dados.



Figura 8 - Mapa do cenário considerado para a solução

Em todos os planeamentos de navegação existe uma linha marcada na carta (eletrónica ou de papel) que marca o rumo a seguir, esta linha é denominada de meio caminho. Quando ocorre uma alteração do rumo é traçada outra linha, dando início a uma nova pernada. O início e o fim de uma pernada são determinados por um ponto, designado por WayPoint (WP). No planeamento de navegação existem vários WPs que contêm coordenadas geográficas. Estes são, geralmente, marcados no ECDIS ou nas cartas náuticas. Com o auxílio do meio caminho é possível controlar melhor a navegação e verificar se o navio se encontra a fazer o percurso correto ou não.

Como espectável o planeamento a utilizar para a criação da solução irá conter WPs, as suas coordenadas encontram-se discriminadas na Tabela 5.

Tabela 5 - Coordenadas dos WP considerados no planeamento

<b>WayPoint (WP)</b>	<b>Latitude</b>	<b>Longitude</b>
WP1	38°40'20" N	009°08'36" W
WP2	38°40'79" N	009°07'36" W
WP3	38°41'56" N	009°08'42" W
WP4	38°41'37" N	009°09'66" W
WP5	38°41'09" N	009°11'52" W
WP6	38°41'19" N	009°12'16" W



# Capítulo 3



## Conceção da Solução

- ❖ 3.1. Identificação e Tratamento das Fontes de Dados
- ❖ 3.2. Desenho do esquema do BI
- ❖ 3.3. Geração dos Dados para Carregamento do BI



### 3. Conceção da Solução

*“To turn really interesting ideas and fledgling technologies into a company that can continue to innovate for years, it requires a lot of disciplines.”*

*Steve Jobs*

Neste terceiro capítulo teve-se em consideração todos os conceitos teóricos estudados e referidos no capítulo 1, assim como todos os aspetos abordados no capítulo 2 relativamente ao formato e às fontes de dados que foram utilizadas para a conceção do sistema BI. Neste capítulo pretende-se, então, dar “forma” e estrutura a todos os conteúdos estudados, criando assim o *design* da solução, dando assim resposta à QD4 mencionada na Introdução.

O estudo deste sistema foi efetuado tendo em conta o tipo de dados existentes numa unidade naval da MP a fim de criar uma ferramenta que suporte e apoie a tomada de decisão. Este capítulo é constituído pelas seguintes seções: Identificação e Tratamento das Fontes de Dados; Desenho do Esquema do BI e; Geração dos dados para Carregamento do BI.

#### 3.1. Identificação e Tratamento das Fontes de Dados

Existem diversas fontes de informação numa unidade naval, tanto ao nível dos equipamentos, como no âmbito da atividade humana. O sistema BI que foi criado é um protótipo das possíveis faculdades e facilidades que este pode desempenhar. Uma vez que existe uma vastidão de diferentes tipos de dados que podem ser benéficos para a navegação, para a criação e construção desta solução foram apenas utilizados os dados essenciais para dar resposta às questões estipuladas anteriormente. Estas questões devem ser respondidas pelo protótipo do sistema criado e estão caracterizadas na seção de “Levantamento de Requisitos”.

De modo a sintetizar os dados fundamentais para a concretizam desta solução e as suas respetivas fontes, numa primeira fase elaborou-se um diagrama (representado na Figura 9) com todos os dados necessários para responder-se às perguntas estipuladas, servindo de base para a criação do design do sistema pretendido.

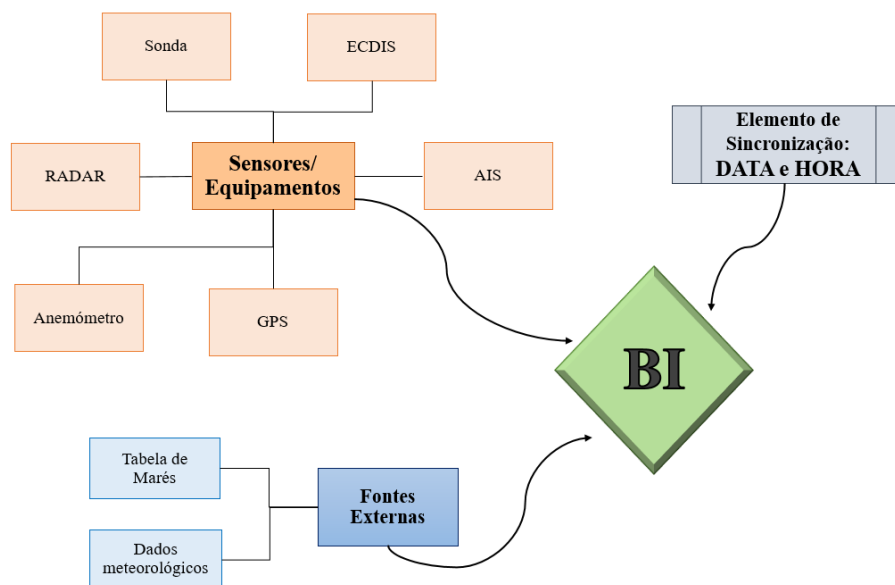


Figura 9 - Síntese dos dados essenciais para o sistema de BI

Pretendia-se que os dados utilizados na construção da solução fossem retirados diretamente da rede NMEA através do computador do ECDIS existente na ponte de uma unidade naval da MP. No entanto, tal não foi possível uma vez que foram implementadas novas normas e restrições devido à situação de pandemia mundial. Deste modo, devido à falta de dados reais optou-se por simular os dados relativos ao cenário estipulado para ser validado pela solução, tendo em conta registos reais anteriores sobre o planeamento em questão, tornando os dados utilizados o mais fidedignos possível.

Devido ao facto dos dados necessários para implementar a solução serem dos sistemas e sensores de uma unidade naval da MP é necessário ter em consideração a questão da confidencialidade inerente às missões atribuídas a estes navios. Desta forma, também por uma questão de segurança e precaução, os dados tratados são simulados tendo em conta planeamentos reais anteriormente realizados. Contudo, não são dados reais de uma missão executada por uma das unidades navais da Armada Portuguesa.

Assim, os dados relativos ao planeamento fictício foram criados na ferramenta *Microsoft Excel*, baseando a sua construção no formato típico da rede NMEA. Desenvolveram-se diversas linhas de dados, apresentando-se uma pequena amostra da sua estrutura e formato no Apêndice A.

### 3.2. Desenho do Esquema do BI

O esquema escolhido para a elaboração do BI foi o esquema em estrela, implicando que exista apenas uma tabela de factos. A escolha deste tipo de esquema deveu-se ao facto de possibilitar uma consulta de dados simples, bem como uma interpretação acessível dos mesmos, com uma boa flexibilidade. Caso seja necessário fazer alterações nos dados, podem ser feitas de forma flexível, por não ser necessário relacionar as dimensões umas com as outras. Neste tipo de esquema a tabela de factos assume a responsabilidade de fornecer os dados necessários a todas as tabelas de dimensão presentes.

Tendo em conta a metodologia abordada, nomeadamente, o tipo de esquema que se pretende criar (esquema em estrela), os requisitos estipulados para a criação da solução e a seleção dos dados que serão utilizados, fez-se um esboço do *design* da solução.

Na Figura 10 pode observar-se o esboço do sistema BI criado, onde, no centro (a verde) está representada a tabela de factos designada por “TabFactos\_Eventos” com os seus respetivos campos de informação. A circundar a tabela de factos encontram-se as tabelas de dimensão (a amarelo) com as suas respetivas colunas e descrições.

De forma, a explicitar melhor a designação, constituição e enquadramento presente no esquema da Figura 10 referente a cada tabela de dimensão, elaborou-se uma tabela elucidativa com a síntese dessa informação (Tabela 6).

Tabela 6 - Descrição das dimensões constituintes do *design* do esquema apresentado

Nome da Dimensão	Colunas da Dimensão	Enquadramento da Dimensão
<b>Dimensão Local Navegação</b>	<ul style="list-style-type: none"><li>❖ Código Local</li><li>❖ Local</li><li>❖ Cidade</li><li>❖ País</li></ul>	Descrição local onde foi efetuada a recolha dos dados, contendo ainda informação da cidade e do país em que ocorreu.
<b>Dimensão Referência</b>	<ul style="list-style-type: none"><li>❖ Código Referência</li><li>❖ Descrição Referência</li></ul>	Nesta dimensão é definido a que objeto se refere o valor apresentado.
<b>Dimensão Detalhe Planeamento</b>	<ul style="list-style-type: none"><li>❖ Código Detalhe</li><li>❖ Descrição Detalhe</li></ul>	Num planeamento de navegação existem vários elementos a considerar. Nesta dimensão é discriminado a que elemento se refere o valor apresentado. Por exemplo, quando o código detalhe é igual a 1, isso significa que a descrição do detalhe é <i>Way Point</i> e, o valor que aparece

		é referente a um dos <i>Way Points</i> do planeamento
<b>Dimensão Velocidade</b>	❖ Código Velocidade ❖ Descrição Velocidade	Definição do tipo de velocidade a que o valor apresentado se refere.
<b>Dimensão Natureza</b>	❖ Código Natureza ❖ Descrição Natureza	Esta dimensão determina se o valor indicado possui carácter real ou planeado.
<b>Dimensão Relação</b>	❖ Código Relação ❖ Descrição Relação	Referência do tipo de valor apresentado, se este é absoluto ou relativo.
<b>Dimensão Bordo do Afastamento Lateral</b>	❖ Código Bordo ❖ Descrição Afastamento Lateral	Denominação do bordo a que se refere o valor apresentado.
<b>Dimensão Fonte</b>	❖ Código Fonte ❖ Descrição Fonte	Os dados foram recolhidos através de várias fontes. Nesta dimensão pretende-se indicar a que fonte diz respeito o valor apresentado.
<b>Dimensão Missão</b>	❖ Código Missão ❖ Descrição Missão	Os navios de onde foram recolhidos os dados executam várias missões durante as suas navegações, nesta dimensão é definida a missão realizada pelo navio relativamente ao valor apresentado.
<b>Dimensão Tipo de Evento</b>	❖ Código Evento ❖ Descrição Evento ❖ Unidade de Medida Evento	Os valores apresentados referem-se a diversos eventos distintos. Esta dimensão define quais os eventos que são considerados e as suas respetivas unidades, nomeadamente: <ul style="list-style-type: none"> <li>- Rumo (graus);</li> <li>- Altura (metros);</li> <li>- Velocidade (nós);</li> <li>- Direção (graus);</li> <li>- Profundidade (metros, braças ou pés);</li> <li>- Distância (milhas);</li> <li>- Número (para identificar um objeto, números inteiros);</li> <li>- Azimute (graus);</li> <li>- Duração (minutos, segundos);</li> <li>- CPA (<i>Closest Point Of Approach</i>, ponto mais próximo que dois navios passam um do outro, em jardas);</li> <li>- TCPA (<i>Time to Closest Point of Approach</i>, o tempo que falta para dois navios passarem no seu ponto mais próximo, em minutos e segundos);</li> <li>- Proa (graus).</li> </ul>
<b>Dimensão Profundidade</b>	❖ Código Profundidade ❖ Descrição Profundidade	Denominação da descrição da profundidade a que diz respeito o valor apresentado.

<b>Dimensão Proa</b>	<ul style="list-style-type: none"> <li>❖ Código Proa</li> <li>❖ Descrição Proa</li> </ul>	Definição do tipo de proa a que o valor apresentado se refere.
<b>Dimensão Fenómeno da Maré</b>	<ul style="list-style-type: none"> <li>❖ Código Fenómeno</li> <li>❖ Descrição Fenómeno</li> </ul>	Pretende-se distinguir qual o fenómeno da maré considerado no valor apresentado. Se este foi recolhido em maré enchente ou vazante.

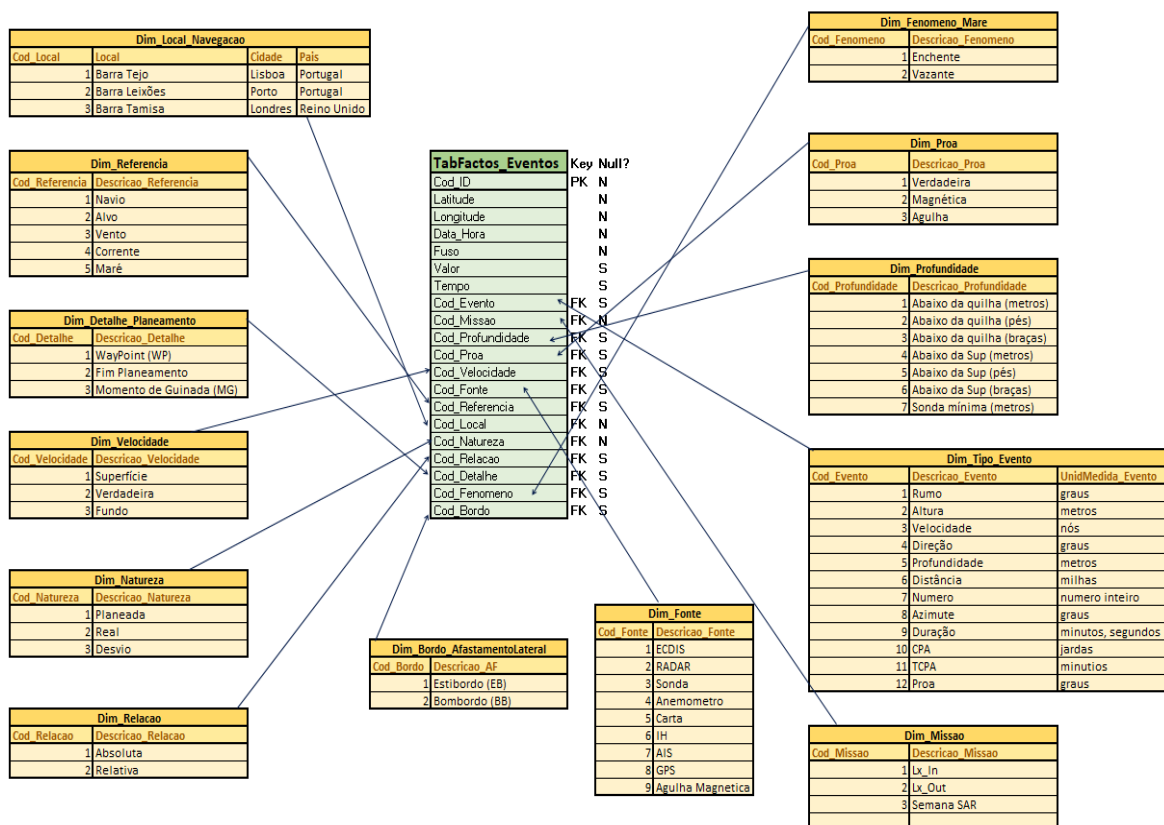


Figura 10 - Esboço do esquema em estrela do sistema BI

### 3.3. Geração dos Dados para Carregamento do BI

Os dados sintéticos que foram gerados para serem utilizados no sistema BI vindo dos sensores apresentam uma estrutura específica, com bastantes variáveis em texto e em formato categórico, como pode ser constatado numa pequena amostra dos dados visualizados na Figura 11.

Data	Hora	Latitude	Pólo	Longitude	Meridiano	Fuso	Local	Cidade	País	Natureza	Relação	Missão	Profundidade quilha	Fonte	ProaV	Fonte	ProaM	Fonte	R
20/03/2019	00:00	38.40.14	N	009.05.76	W	1	BNL - Porto Lisboa	Lisboa	Portugal	2	1	Lx_Out	7,5	Sonda	67,5	ECDIS	69,4	AgulhaM	
20/03/2019	00:00:30	38.40.18	N	009.05.75	W	1	BNL - Porto Lisboa	Lisboa	Portugal	2	1	Lx_Out	7,5	Sonda	68	ECDIS	69,9	AgulhaM	
20/03/2019	00:01:00	38.40.16	N	009.05.7	W	1	BNL - Porto Lisboa	Lisboa	Portugal	2	1	Lx_Out	7,5	Sonda	61,5	ECDIS	63,4	AgulhaM	
20/03/2019	00:01:30	38.40.47	N	009.05.26	W	1	BNL - Porto Lisboa	Lisboa	Portugal	2	1	Lx_Out	7,6	Sonda	51,7	ECDIS	53,6	AgulhaM	
20/03/2019	00:02:00	38.40.10	N	009.05.67	W	1	BNL - Porto Lisboa	Lisboa	Portugal	2	1	Lx_Out	7,6	Sonda	38,9	ECDIS	40,8	AgulhaM	
20/03/2019	00:02:30	38.40.20	N	009.05.63	W	1	BNL - Porto Lisboa	Lisboa	Portugal	2	1	Lx_Out	7,7	Sonda	37,8	ECDIS	39,7	AgulhaM	
20/03/2019	00:03:00	38.40.26	N	009.05.59	W	1	BNL - Porto Lisboa	Lisboa	Portugal	2	1	Lx_Out	7,8	Sonda	37,6	ECDIS	39,5	AgulhaM	
20/03/2019	00:03:30	38.40.31	N	009.05.56	W	1	BNL - Porto Lisboa	Lisboa	Portugal	2	1	Lx_Out	7,8	Sonda	49	ECDIS	50,9	AgulhaM	
20/03/2019	00:04:00	38.40.35	N	009.05.61	W	1	BNL - Porto Lisboa	Lisboa	Portugal	2	1	Lx_Out	7,9	Sonda	47	ECDIS	48,9	AgulhaM	
20/03/2019	00:04:30	38.40.38	N	009.05.47	W	1	BNL - Porto Lisboa	Lisboa	Portugal	2	1	Lx_Out	8,1	Sonda	41,4	ECDIS	43,3	AgulhaM	
20/03/2019	00:05:00	38.40.42	N	009.05.42	W	1	BNL - Porto Lisboa	Lisboa	Portugal	2	1	Lx_Out	8,1	Sonda	41,5	ECDIS	43,4	AgulhaM	
20/03/2019	00:05:30	38.40.47	N	009.05.57	W	1	BNL - Porto Lisboa	Lisboa	Portugal	2	1	Lx_Out	8,2	Sonda	41,4	ECDIS	43,3	AgulhaM	
20/03/2019	00:06:00	38.40.54	N	009.05.76	W	1	BNL - Porto Lisboa	Lisboa	Portugal	2	1	Lx_Out	8,3	Sonda	41	ECDIS	42,9	AgulhaM	
20/03/2019	00:06:30	38.40.58	N	009.05.89	W	1	BNL - Porto Lisboa	Lisboa	Portugal	2	1	Lx_Out	8,3	Sonda	42,3	ECDIS	44,2	AgulhaM	
20/03/2019	00:07:00	38.40.61	N	009.05.93	W	1	BNL - Porto Lisboa	Lisboa	Portugal	2	1	Lx_Out	8,4	Sonda	44	ECDIS	45,9	AgulhaM	

Figura 11 - Amostra dos dados recolhidos

Estes dados foram adaptados de forma a poderem ser carregados no modelo de dados do sistema BI concebido. Os dados foram tratados, até ficarem organizados e estruturados com o formato adequado (formato apresentado no Apêndice A). Após estarem modelados e transformados, converteu-se o ficheiro para formato *comma-separated values* (CSV), um formato utilizado para guardar dados com cada campo separado por vírgulas.



# Capítulo 4



## Construção da Solução

- ❖ 4.1. Processo de Extração e Transformação dos dados da rede NMEA
- ❖ 4.2. Modelação Dimensional
- ❖ 4.3. Visualização da Informação



## 4. Construção da Solução

*“Imagination is more important than knowledge. For while knowledge defines all we currently know and understand, imagination points to all we might yet discover and create.”*

*Albert Einstein*

O quarto capítulo da presente dissertação descreve todos os passos efetuados na construção do sistema de BI. No capítulo anterior foi criado e elaborada a modelação, neste é referido como foi realizada a construção do mesmo. Os *softwares* utilizados para a construção da solução foram: o *SQL Server Management Studio* e o *Microsoft Power BI Desktop*.

Este capítulo é constituído pelas seguintes seções: Processo de Extração e Transformação dos dados da rede NMEA; Modelação Dimensional e; Visualização da Informação.

### 4.1. Processo de Extração e Transformação dos dados da rede NMEA

Idealmente teriam sido analisados os dados relativos a um planeamento de navegação retirados diretamente da rede NMEA. Contudo, tal não foi possível, adotando-se como solução a análise de dados recolhidos em 2019 utilizados numa dissertação de mestrado (Goulão, 2019), de forma a ter-se uma ideia do seu formato, processamento a realizar aquando da sua extração, transformação e carregamento. Estes são passos fulcrais no processo ETL, referido no Anexo C, e intrínseco à conceção de um BI. Desta forma, para não se perder nenhum dos passos desse processo analisou-se estes dados retirados diretamente do computador do ECDIS e, consequentemente, da rede NMEA. Estes dados não constam de nenhum planeamento de navegação, por isso não serviram para ser utilizados na construção do sistema BI. Assim, foram apenas utilizados para aprendizagem do processo inerente à sua extração e transformação, sendo este idêntico para quaisquer outros dados com o mesmo formato (NMEA).

Apesar dos dados serem oriundos de sensores diferentes, percebeu-se que a forma como são recebidos e recolhidos da rede é igual, existindo uma uniformização do formato dos mesmos, tornando a sua modelação mais intuitiva.

Assim, os dados recolheram-se em formato de texto (txt) e apresentam a seguinte estrutura: o dado é iniciado pelo símbolo \$, de seguida apresenta cinco caracteres consecutivos, onde os dois primeiros são a indicação da fonte de onde proveio o dado (tipo de sensor) e os três últimos circunscrevem o tipo de informação representada pela linha.

Em cada linha de dados existem várias informações a serem transmitidas, encontrando-se cada campo de informação entre vírgulas. A linha de dados termina com o símbolo \*, seguido do *checksum* (soma de verificação). Um exemplo dos dados analisados possui o formato representado na Figura 12.

**\$RAOSD,305.7,A,306.9,W,13.4,W,135.1,2.4,N\*7D**

Figura 12 - Formato dos dados provenientes da rede NMEA

Com a recolha destes dados tira-se a ilação de que este tipo de codificação permite, posteriormente, uma leitura bem mais intuitiva e automática dos mesmos, bem como uma separação mais expedita. No entanto, para decifrar a informação contida neste tipo de dados é necessário recorrer à lista *standard* da rede NMEA, com a descrição de cada sigla e dos diversos elementos constituintes. Só com esta análise é que é possível retirar conhecimento a partir da informação disponibilizada por estes dados. Encontra-se no Apêndice E uma lista com a descrição do formato de alguns dados da rede NMEA, sendo que as siglas descritas foram as que constavam nos dados analisados.

Depois de ter sido feita a extração dos dados do navio e a sua análise, foram carregados em tabelas do *SQL Server*. Os dados permaneceram nessas tabelas para serem transformados e modelados, sendo este local designado por *Stage Area*. Só posteriormente, é que os dados passaram para a tabela de factos do *design* final do sistema construído. Um exemplo destas tabelas encontra-se ilustrado na Figura 13.

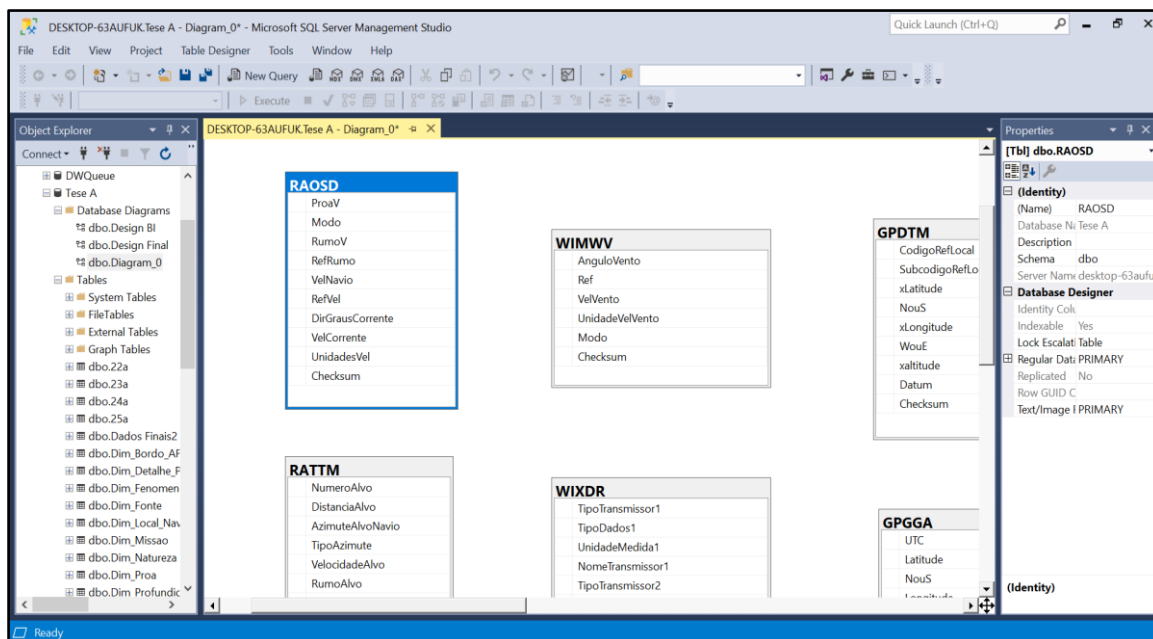


Figura 13 - Tabelas de dados criadas no SQL Server Management Studio

É de notar que estes dados podem diferir consoante o tipo de navios, uma vez que poderão existir outro tipo de sensores instalados e, portanto, outras linhas de dados a fluir na rede NMEA. Contudo o processo de extração, transformação e carregamento será idêntico ao referido anteriormente.

## 4.2. Modelação Dimensional

O processo de edificação da modelação dimensional iniciou-se com o desenho do sistema BI. Aí os dados foram, distribuídos pelas diversas tabelas de dimensões e tabela de factos. Com base nesse modelo foi criado o DW do BI.

O esquema do DW contém, assim, a tabela de factos, com uma chave primária (PK) e treze chaves estrangeiras (FK), e treze tabelas de dimensões ligadas a esta pelas FKs. Desta forma, a tabela de factos contém a componente quantitativa dos dados, enquanto as tabelas de dimensões contêm a componente qualificativa dos dados. A relação existente entre a tabela de factos e as tabelas de dimensão é “um para muitos”, uma vez que a tabela de factos está associada a vários atributos constituintes das diversas tabelas de dimensões, enquanto as tabelas de dimensões apenas correspondem a uma medida da tabela de fatos.

A construção do DW foi efetuada no *SQL Server Management Studio*, onde se construiu a tabela de factos e as tabelas das dimensões de acordo com o desenho definido no capítulo anterior (ver Figura 14).

Column Name	Data Type	Allow Nulls
Cod_ID	int	<input type="checkbox"/>
Latitude	decimal(18, 14)	<input type="checkbox"/>
Longitude	decimal(18, 14)	<input type="checkbox"/>
Data_Hora	smalldatetime	<input type="checkbox"/>
Fuso	smallint	<input type="checkbox"/>
Valor	decimal(18, 7)	<input checked="" type="checkbox"/>
Tempo	time(2)	<input checked="" type="checkbox"/>
Cod_Detalhe	int	<input checked="" type="checkbox"/>
Cod_Evento	int	<input checked="" type="checkbox"/>
Cod_Missao	int	<input type="checkbox"/>
Cod_Profundidade	int	<input checked="" type="checkbox"/>
Cod_Proa	int	<input checked="" type="checkbox"/>
Cod_Velocidade	int	<input checked="" type="checkbox"/>
Cod_Fonte	int	<input checked="" type="checkbox"/>
CodReferencia	int	<input checked="" type="checkbox"/>
Cod_Local	int	<input type="checkbox"/>
Cod_Natureza	int	<input type="checkbox"/>
Cod_Fenomeno	int	<input checked="" type="checkbox"/>
Cod_Bordo	int	<input checked="" type="checkbox"/>
Cod_Relacao	int	<input checked="" type="checkbox"/>

Column Properties	
<b>(General)</b>	
(Name)	Cod_ID
Allow Nulls	No
Data Type	int

Figura 14 - Tabela de Factos implementada no *SQL Server Management Studio*

As tabelas de dimensões foram, também, criadas de acordo com o estipulado no capítulo anterior. Um exemplo da criação de uma tabela de dimensão encontra-se representada na Figura 15, onde se pode visualizar a sua constituição, bem como o tipo de dados que possui cada coluna e a sua permissão relativamente a valores nulos. No caso específico dessa figura, trata-se da tabela de dimensão designada por “Dim\_Proa”.

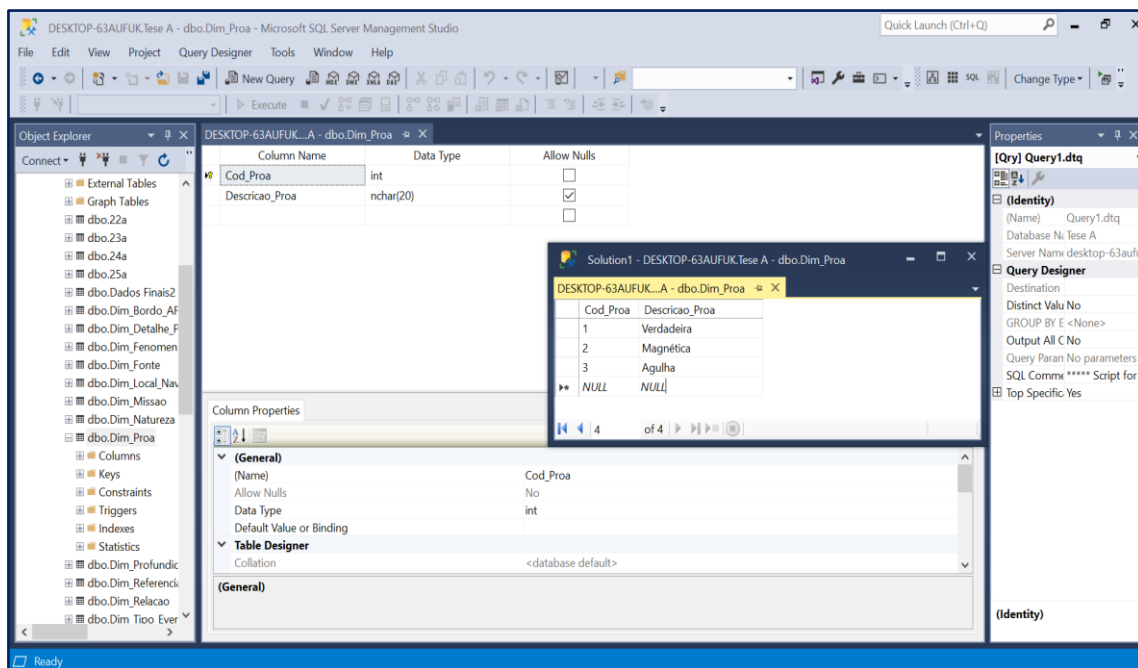


Figura 15 - Tabela de Dimensão do SQL Server Management Studio

Após o modelo estar construído, efetuou-se o carregamento dos dados através do processo ETL. Neste processo os dados foram submetidos a uma fase de tratamento, eliminação de possíveis incoerências e análise, de forma a ficarem prontos para ser submetidos no modelo final.

Chegou-se, assim, ao modelo final da solução que se encontra representado na Figura 16.

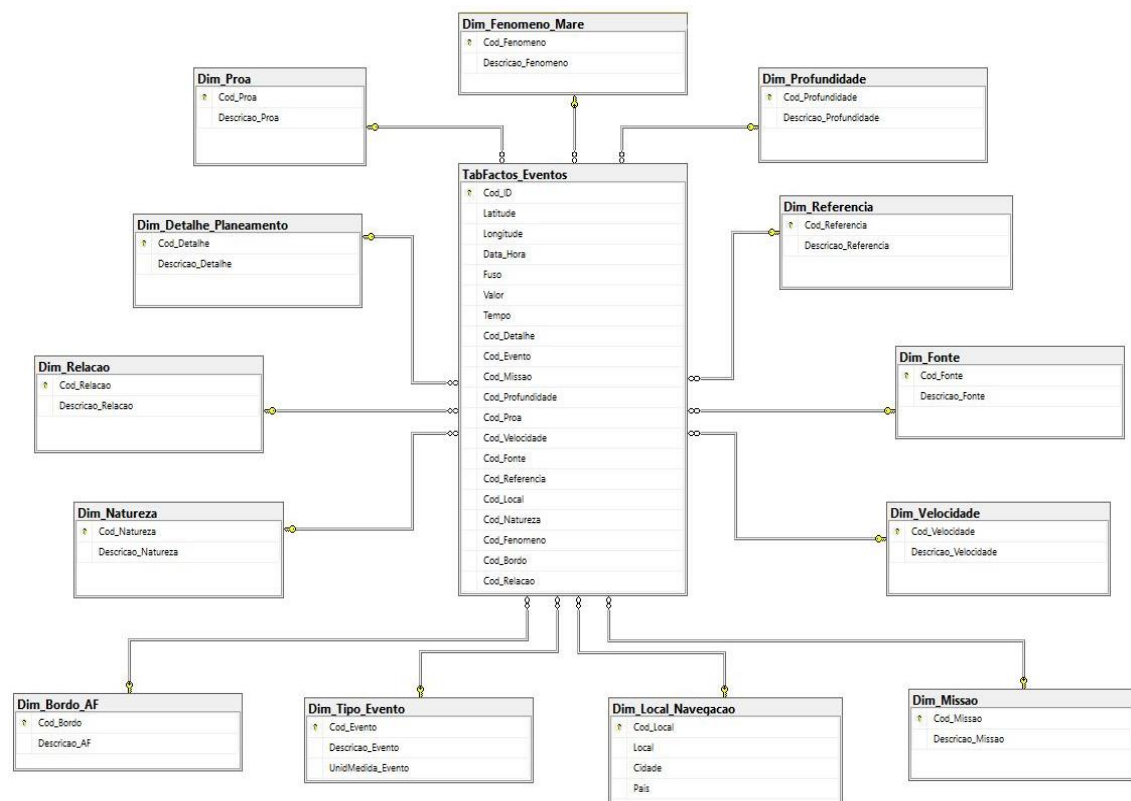


Figura 16 - Modelo do DW do BI no *SQL Server Management Studio*

### 4.3. Visualização da Informação

De forma a ser possível visualizar a solução e verificar se está de encontro com os requisitos, foi necessário criar o protótipo de uma possível *interface* gráfica para projetar os dados presentes no DW criado.

Assim, usou-se como ferramenta de visualização dos dados, o *Power BI Desktop*. Esta ferramenta permite a criação de relatórios, constituídos por gráficos, matrizes, tabelas, mapas, entre outros que podem ser manipulados através de vários filtros. Desta forma, os relatórios criados com esta ferramenta, permitem ao utilizador fazer uma análise dos seus dados sob diferentes perspetivas.

Inicialmente, fez-se uma análise, de forma a estipular a informação que cada relatório iria conter e apresentar. Após essa reflexão, organizou-se os dados em três secções, sendo cada uma, constituída por relatórios diferentes. O nome de cada secção, assim como as suas componentes, encontra-se descritas na Tabela 7.



Tabela 7 - Secções dos relatórios

Secção	Componentes da Secção
<i>Questões que podem ser respondidas pelo sistema</i>	Questões que o sistema criado pode responder, tendo em conta os requisitos estipulados e o planeamento considerado.
<i>Mapa com os dados relativos ao Planeamento Geral</i>	Diferentes mapas ilustrativos onde se consegue observar todos os dados que o sistema dispõe, visualizando-se de acordo com a sua posição geográfica. Foram criados quatro mapas distintos.
<i>Mapa com dados relativos a um Evento Específico</i>	Diferentes mapas que ilustram apenas um evento em específico. Nomeadamente, separou-se os exemplos da seguinte forma: <ol style="list-style-type: none"> <li>1. Dados do Próprio Navio</li> <li>2. Dados dos Contactos Avistados</li> <li>3. Dados Meteorológicos (METOC)</li> <li>4. Dados referentes ao Afastamento Lateral</li> </ol>

Para ser possível criar os relatórios, foi necessário carregar os dados que se pretendiam utilizar para *Power BI*. Desta forma, fez-se o carregamento dos dados através da base de dados criada no *SQL Server*. De seguida, criaram-se os relatórios de acordo com os requisitos definidos no capítulo 2 da presente dissertação.

Obteve-se assim a representação visual dos dados, carregados na base de dados dimensional, em diferentes mapas. Nas Figura 17 e Figura 18 pode-se visualizar exemplos dos mapas criados, sendo que os restantes relatórios se encontram representados no Apêndice C.

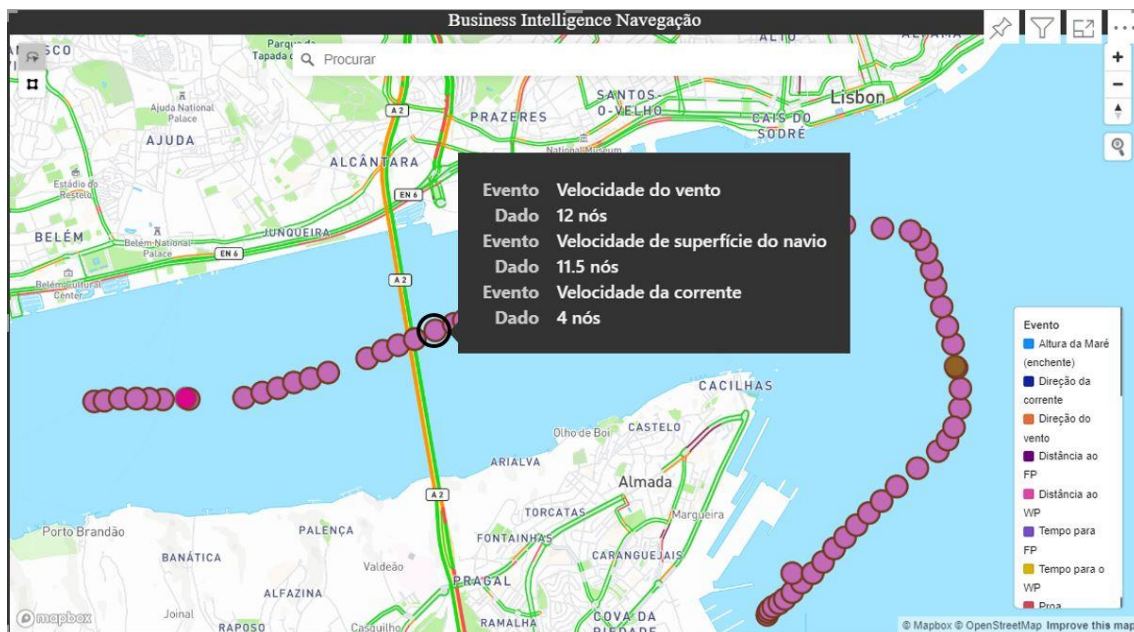


Figura 18 - Exemplo de relatório de um mapa com os dados do planeamento geral

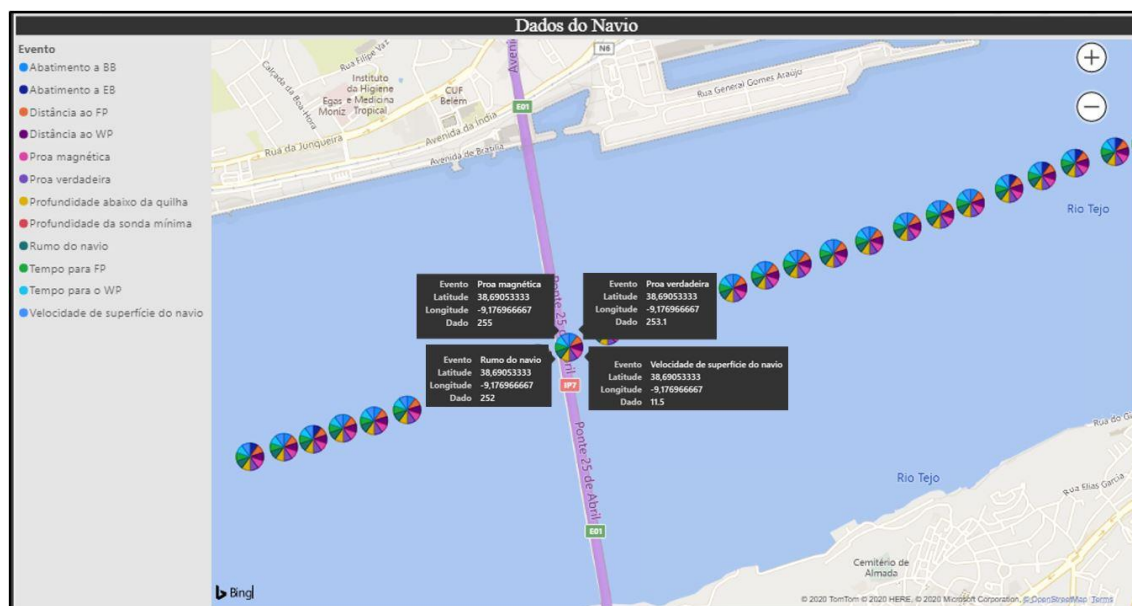


Figura 17 - Exemplo de relatório de um mapa com os dados dos sensores do navio

# Capítulo 5



## Validação da Solução e Análise de Resultados

- ❖ 5.1. Análise Descritiva dos Resultados
- ❖ 5.2. Análise Estatística



## 5. Validação da Solução e Análise de Resultados

*“All men can see these tactics whereby I conquer, but what none can see is the strategy out of which victory is evolved.”*

*Sun Tzu*

No quinto e último capítulo da presente dissertação foi efetuada a validação da solução criada, verificando se esta satisfaz os requisitos definidos nos capítulos anteriores. Para o efeito, foi realizado um questionário (apresentado no Apêndice D), respondido por 50 inquiridos tendo sido realizada posteriormente a análise dos resultados.

A ferramenta utilizada para a elaboração do inquérito foi a ferramenta de questionários *Google Forms*. O questionário foi constituído por 6 seções distintas, tendo como objetivo a validação da solução, de maneira a dar resposta à questão derivada da investigação (QD5).

Os resultados que foram obtidos no inquérito apresentam-se sob a forma de gráficos e tabelas, de forma a facilitar a sua interpretação e análise. Este capítulo é constituído pelas seguintes seções: Análise Descritiva dos Resultados e; Análise Estatística.

### 5.1. Análise Descritiva dos Resultados

O questionário teve como objetivo a recolha de informação necessária para avaliar a conformidade dos dados presentes no sistema de *Business Intelligence* criado para apoio à tomada de decisão de uma unidade naval, de forma a promover a eficiência e segurança da navegação.

Para a realização de uma navegação em segura é fundamental conhecer o meio envolvente da melhor maneira possível. Assim, a finalidade da solução é apresentar todos os dados que são transmitidos e produzidos pelos sistemas e sensores de uma unidade naval inerentes a um planeamento de uma missão.

As questões do questionário tinham o intuito de conhecer a seguinte informação dos inquiridos:

- a) caracterização do seu perfil;
- b) grau de entendimento sobre Conhecimento Situacional Marítimo;
- c) grau de conhecimento sobre tecnologia de *Business Intelligence*;
- d) avaliação global da utilidade da informação na solução criada;
- e) avaliação da relevância da solução criada para a tomada de decisão numa unidade naval.

### 5.1.1. Características da Amostra

Na fase inicial do inquérito foi feito o enquadramento do seu propósito ao inquirido, esclarecendo o seu objetivo e as instruções de preenchimento.

Na primeira secção, designada por “Dados Demográficos”, foram elaboradas questões de âmbito geral que se destinaram à obtenção do perfil demográfico do inquirido. Desta forma, verificou-se que a maioria dos inquiridos pertencia ao sexo masculino (78%) e a sua idade era inferior a 25 anos (72%). Os resultados relativos ao género e idade podem visualizar-se na Tabela Tabela 88.

Tabela 8 - Respostas ao inquérito referentes ao género e à idade dos inquiridos

Masculino		Feminino		> 25 anos		25 – 39 anos		40 – 50 anos	
%	Respostas	%	Respostas	%	Respostas	%	Respostas	%	Respostas
78	39	22	11	72	36	26	13	2	1

As habilitações literárias dos inquiridos encontram-se discriminadas na Tabela 9.

Tabela 9 - Respostas ao inquérito referentes à formação/ habilitações literárias dos inquiridos

Ensino Secundário		Licenciatura		Mestrado/ Doutoramento	
%	Respostas	%	Respostas	%	Respostas
22	11	48	24	30	15

O inquérito incidiu essencialmente sobre indivíduos com formação académica na área das Ciências do Mar (56%), na Marinha (12%) e nas ciências militares ramo de Marinha (8%), sendo este o público-alvo destinado à solução criada.

Como se pode constatar na Figura 19, responderam ao inquérito inquiridos de diversas outras áreas.

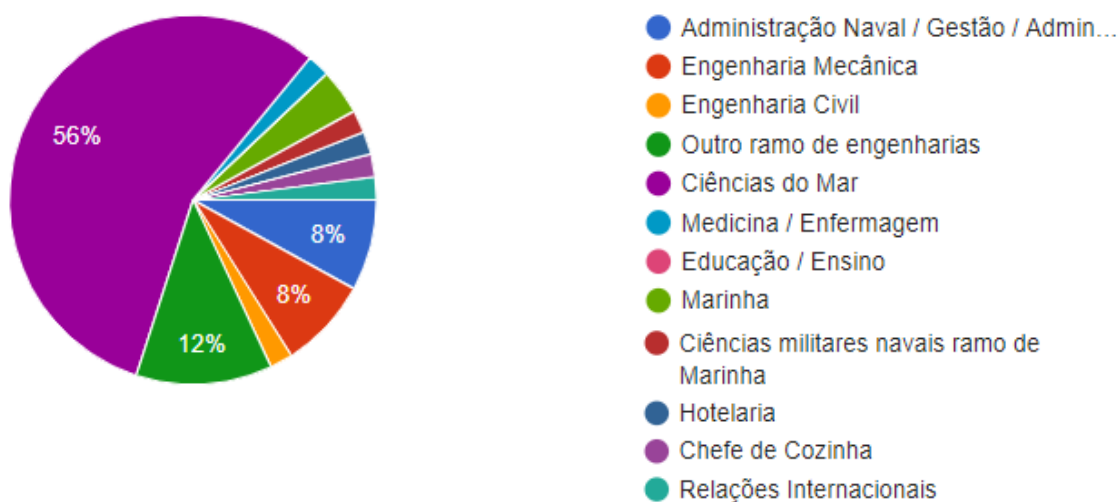


Figura 19 - Respostas ao inquérito referentes à formação académica dos inquiridos

Por último, foi questionado o posto/ categoria dos inquiridos, verificando que a maioria deles são alunos da Escola Naval com o posto de Aspirante ou Cadete (64 %). Houve uma grande parte de indivíduos do posto de oficial a responder ao inquérito (26%), sendo que os restantes foram civis (8%) ou militarizados (2%). É possível visualizar a representação destes números na Figura 20.

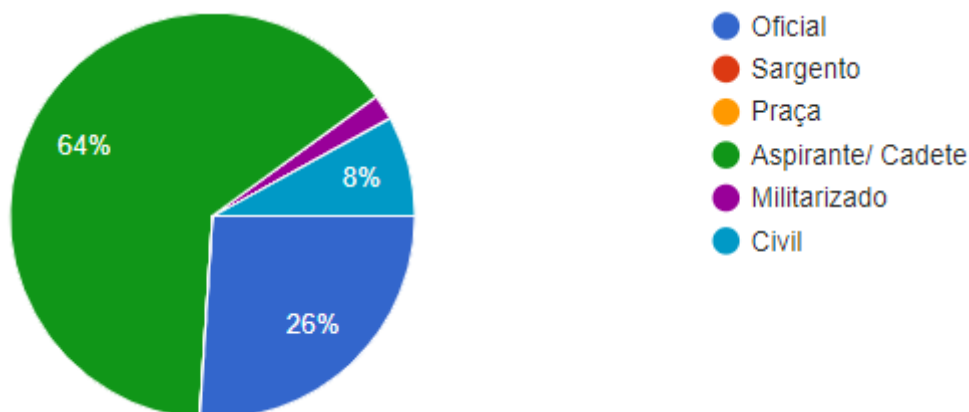


Figura 20 - Respostas ao inquérito referentes à categoria/ posto dos inquiridos

Na segunda secção do inquérito pretende-se ter a noção do grau do conhecimento que o inquirido tem do Conhecimento Situacional Marítimo e da sua importância para a segurança da navegação. Esta secção foi constituída por 9 questões que compreendiam a seguinte tipologia: escolha múltipla, seleção de uma ou mais respostas e atribuição de

uma escala de 1 (Nenhum) a 5 (Especialista) ou (Fundamental), de forma a saber o grau de conhecimento que o inquirido julga ter desta área.

A primeira questão desta seção consistia em auscultar o grau de conhecimento do conceito de conhecimento situacional marítimo, sendo que a maioria dos inquiridos (80%) detinha um grande conhecimento sobre este assunto, enquanto que a outra parte dos inquiridos tinha apenas uma breve noção (16%) ou desconhecia (4%) o assunto em questão (Tabela 10).

Tabela 10 - Respostas ao inquérito relativas ao conceito de conhecimento situacional marítimo

Grande Noção		Breve Noção		Desconhece	
%	Respostas	%	Respostas	%	Respostas
80	40	16	8	4	2

Os dados da Tabela 11 traduzem o conhecimento dos inquiridos sobre aspetos inerentes à navegação.

Tabela 11 - Respostas dos inquiridos sobre o conhecimento de aspetos inerentes à navegação

	1		2		3		4		5	
	%	Respostas	%	Respostas	%	Respostas	%	Respostas	%	Respostas
Conhecimento sobre planeamento navegação	4	2	16	8	28	14	44	22	8	4
Conhecimento sobre a importância da informação provinda do meio circundante	6	3	4	2	22	11	48	24	20	10
Conhecimento dos sistemas e sensores utilizados no âmbito da navegação	6	3	2	1	30	15	44	22	18	9

Sistema de Pontuação: 1- Nenhum 2- Pouco 3- Algum 4- Muito 5- Especialista



As respostas demonstram que a maioria dos inquiridos possui muito conhecimento sobre os aspetos de navegação referidos (44 – 48%), sendo que existe uma porção que se considera especialista nesta área (8 – 20%), uma grande parte afirma que possui algum conhecimento (22 – 30%) e uma pequena fração da amostra não possui qualquer tipo de conhecimento sobre este assunto (4 – 6%).

Em relação ao contacto que os inquiridos tiveram com sensores ou equipamentos utilizados por navios ou embarcações que auxiliam na prática da navegação, verificou-se que a maior percentagem 24%, 42% e 26% se localizava nas respostas 3, 4 e 5, respetivamente (Tabela 12).

Tabela 12 - Respostas dos inquiridos sobre o contacto que tiveram com equipamentos de navegação

	1		2		3		4		5	
	%	Respostas	%	Respostas	%	Respostas	%	Respostas	%	Respostas
Contacto com sensores/ equipamentos utilizados na navegação	4	2	4	2	24	12	42	21	26	13
Sistema de Pontuação: 1- Nenhum 2- Pouco 3- Algum 4- Muito 5- Especialista										

As respostas demonstram que a maioria dos inquiridos considera o RADAR (96%), GPS/ DGPS (80%), sonda (78%), ECDIS (62%) e AIS/ WAIS (60%) como sendo os sensores mais importantes para a prática da navegação (barras azuis do gráfico da Figura 21). As respostas ilustram, ainda, que entre os 90 – 100% dos inquiridos considera que os sensores ECDIS, AIS/ WAIS, GPS/ DGPS, sonda, anemómetro, odómetro, RADAR, barómetro e agulha giroscópica estão presentes nos navios da MP (barras vermelhas). Os dados indicam que mais de 80% dos inquiridos teve contacto com os seguintes equipamentos: GPS/ DGPS; ECDIS; AIS/WAIS; odómetro; RADAR; sonda e anemómetro (barras verdes). O gráfico da Figura 21, representa graficamente as respostas obtidas.

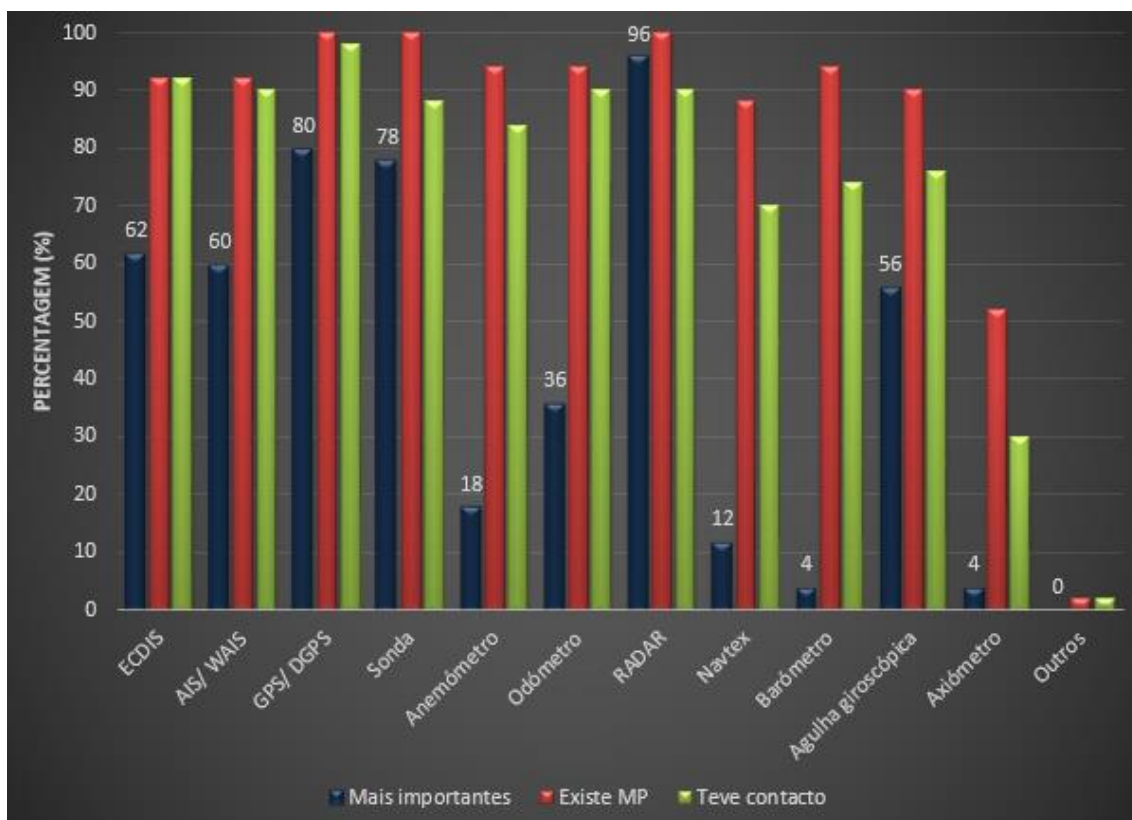


Figura 21 - Gráfico ilustrativo das respostas referentes aos sensores de navegação

A última questão desta seção é referente ao grau de importância atribuído à fusão dos dados provenientes dos diversos sensores a bordo de um navio para o conhecimento situacional marítimo. As respostas demonstram que a maioria dos inquiridos (76%) considera fundamental a fusão dos dados (Tabela 13).

Tabela 13 - Resultados do questionário

	1		2		3		4		5	
	%	Respostas	%	Respostas	%	Respostas	%	Respostas	%	Respostas
Importância da fusão dos dados	2	1	0	0	2	1	20	10	76	38
Sistema de Pontuação: 1- Nenhum 2- Pouco 3- Algum 4- Muito 5- Fundamental										

A terceira secção do inquérito visa aferir o grau de conhecimento dos inquiridos em ferramentas e técnicas de BI. As perguntas realizadas apresentam uma estrutura semelhante à seção anterior.

As respostas demonstram que a maioria dos inquiridos possui entre pouco (32 – 42%) e algum (28 – 48%) conhecimento sobre os aspetos referentes à tecnologia do BI, sendo que uma grande parte da amostra considera que não detém nenhum conhecimento relativo a esta área. Na Tabela 14 pode observar-se pormenorizadamente as percentagens dos resultados obtidos nas questões efetuadas neste âmbito.

Tabela 14 - Respostas dos inquiridos sobre o conhecimento de aspetos inerentes ao BI

	1		2		3		4		5	
	%	Respostas	%	Respostas	%	Respostas	%	Respostas	%	Respostas
Conhecimento técnicas de conceção de BI	24	12	42	21	28	14	6	3	0	0
Familiaridade com tecnologias BI	6	3	32	16	48	24	12	6	2	1
Conhecimento Base de Dados Dimensionais	14	7	34	17	36	18	16	8	0	0
Conhecimento utilização BI na Navegação	26	13	38	19	30	15	6	3	0	0
Conhecimento da utilização de soluções de BI na tomada de decisão em um navio	20	10	42	21	28	14	10	5	0	0

Sistema de Pontuação: 1- Nenhum 2- Pouco 3- Algum 4- Muito 5- Especialista

Por fim, realizou-se a questão que visa compreender em que domínios existe conhecimento da utilização de um sistema de BI por parte dos inquiridos. As áreas preferenciais foram: Economia/ Finanças/ Contabilidade/ Administração (66%); Engenharias (56%) e; Educação e Ensino (52%). Pode-se observar as áreas e respetivas percentagens no gráfico da Figura 22.

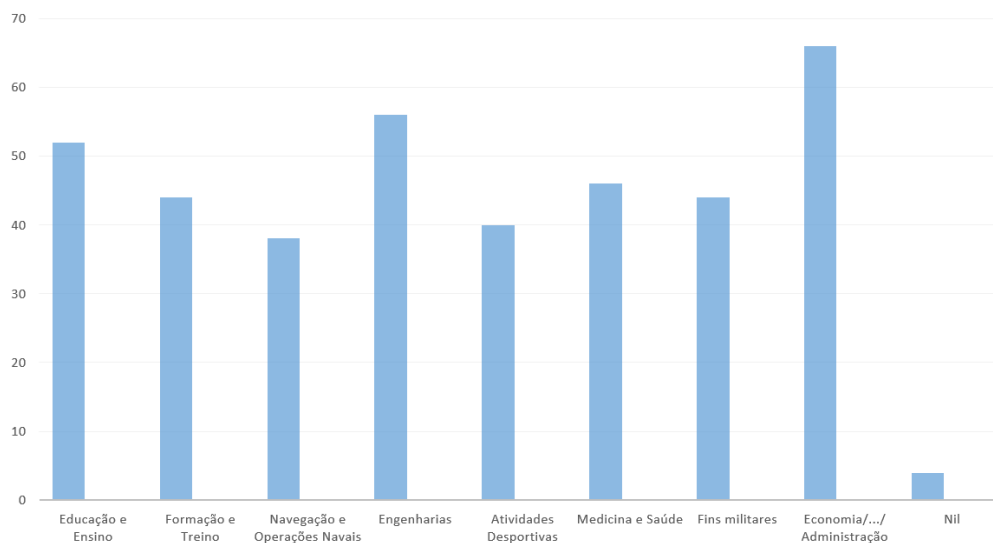


Figura 22 – Áreas de utilização de sistemas BI

### 5.1.2. Avaliação do Protótipo

Na quarta secção do inquérito pretende-se aferir a qualidade e clareza da informação fornecida pelo protótipo da solução. Para o efeito são apresentadas várias imagens de mapas respeitantes à solução construída, com o intuito de avaliar se a solução é de fácil leitura e compreensão. Esta secção é constituída por três partes distintas, sendo que cada uma aborda componentes diferentes.

#### Parte 1: Questões que podem ser respondidas pelo sistema

Foram realizadas três questões distintas, de onde se obtiveram os resultados ilustrados na Figura 23.



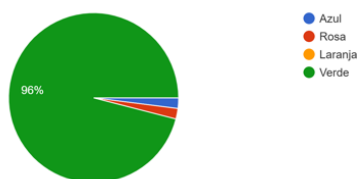
Figura 23 - Compilação das perguntas do questionário (Parte 1)

Análise: Através destes resultados consegue aferir-se que a maioria dos inquiridos (acima dos 88%) conseguiram compreender a informação transmitida pela solução. A maior dificuldade demonstrou-se na questão 2, por abranger diversos conceitos.

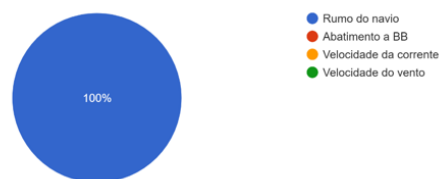
## Parte 2: Mapa com os dados relativos ao panorama geral

As perguntas realizadas na segunda parte serviram para verificar se as informações relativas aos dados do planeamento, de uma maneira geral, eram perceptíveis e de fácil compreensão. Os resultados relativos a estas questões encontram-se representados na Figura 24.

4.2.1. Qual é a cor que caracteriza o dado da Proa verdadeira do navio?  
50 respostas



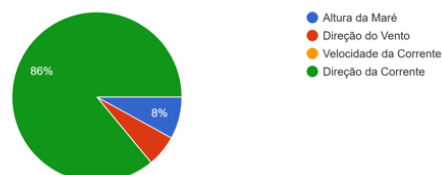
4.2.2. A cor cinzenta caracteriza os dados referentes a que informação?  
50 respostas



4.4.1. A informação apresentada no mapa é referente ao:  
50 respostas



4.3.2. Qual é o evento caracterizado pela cor azul escura?  
50 respostas



4.3.1. Qual é o valor da velocidade do vento para a posição assinalada com um círculo preto?  
50 respostas

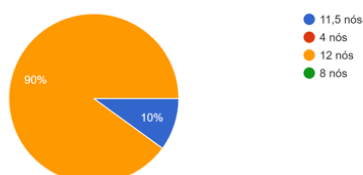


Figura 24 - Compilação das perguntas do questionário (Parte 2)

**Análise:** Nesta parte foram apresentados três mapas distintos com os dados gerais do planeamento. Na Figura 24, o número 4.2. é referente a um dos mapas, o 4.3. é referente a outro e o 4.4. é designado ao último mapa constituinte desta parte. Através da análise dos dados consegue tirar-se a ilação de que o mapa 4.4. foi o que obteve uma melhor compreensão (100%). O mapa 4.3. foi o que indicou como o mais difícil de extrair a informação. No entanto, pode afirmar-se que estes relatórios possibilitaram uma boa visualização dos dados, uma vez que os resultados foram bastante positivos, com uma percentagem igual ou superior a 86% de respostas corretas.

### Parte 3: Mapa com os dados relativos a um evento específico

Na terceira e última parte desta seção foram realizadas questões relativas a mapas com dados de um evento específico, nomeadamente, um mapa referente aos dados do próprio navio, outro referente aos dados de contactos avistados, um terceiro referente aos dados meteorológicos e, por fim, um ultimo referente ao afastamento lateral (correspondente à distância em jardas que o navio está afastado do planeamento,

designado por meio-caminho). Os resultados referentes a estas questões estão representados na Figura 25.

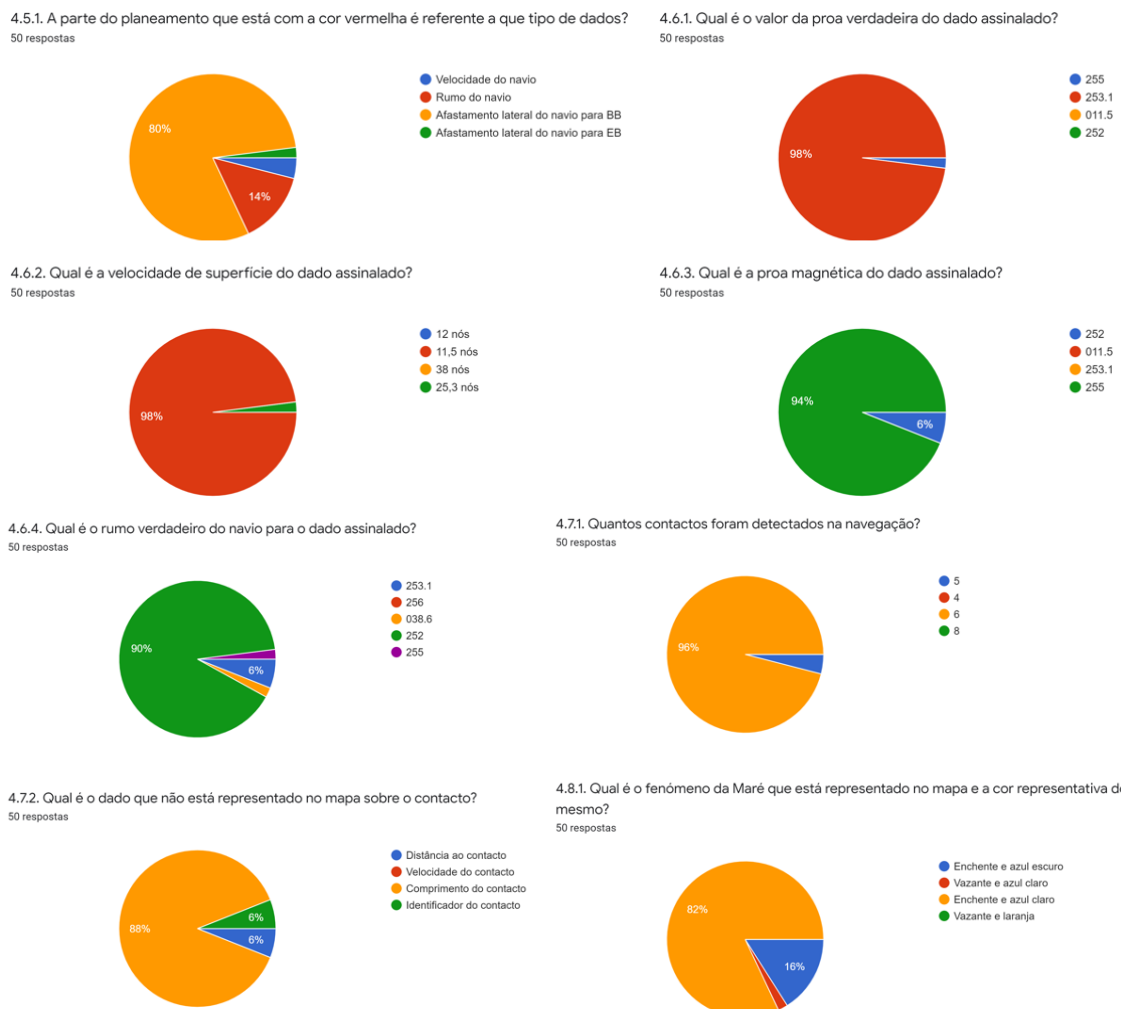


Figura 25 - Compilação das perguntas do questionário (Parte 3)

**Análise:** Nesta parte foram apresentados quatro mapas distintos, cada um referente a um evento distinto. Na Figura 25, a questão com o número 4.5. é referente aos dados do afastamento lateral. As ilustradas com o número 4.6. são referentes aos dados do navio. As que apresentam o número 4.7. são relativas aos dados dos contactos avistados na navegação. A questão com o número 4.8 refere-se aos dados meteorológicos. O mapa que obteve melhores resultados foi o referente aos dados do próprio navio (acima dos 90%). O que revelou os piores resultados foi o mapa com os dados relativos ao afastamento lateral (cerca de 80% de respostas corretas).

Assim, pode concluir-se que os relatórios criados na ferramenta *Power BI* possibilitaram uma boa visualização dos dados, visto que os resultados obtidos no inquérito realizado foram bastante positivos, sendo a percentagem de respostas corretas sempre igual ou superior a 80%.

### 5.1.3. Avaliação da relevância da informação

Na quinta secção do inquérito, avaliou-se a diversidade, coerência e relevância dos dados apresentados, tendo em conta a prática de uma navegação segura. Realizaram-se sete questões distintas, em que as respostas foram dadas através de uma escala de 1 (Nenhuma) a 5 (Fundamental), com o intuito do inquirido atribuir um grau de importância. Os resultados das questões encontram-se representados na Tabela 15.

Tabela 15 - Resultados obtidos do inquérito referentes à secção 5

	1		2		3		4		5	
	%	Respostas	%	Respostas	%	Respostas	%	Respostas	%	Respostas
Relevância dos dados	0	0	6	3	10	5	34	17	50	25
Cobre toda a informação necessária	0	0	8	4	16	8	50	25	26	
Importância dos dados serem em tempo real	0	0	0	0	12	6	32	16	56	28
Importância de alertas relativos a perigos	0	0	0	0	4	2	42	21	54	27
Importância de alertas relativos a marcas	0	0	6	3	6	3	36	18	52	26
Importância da posição do navio estar atualizada	0	0	0	0	6	3	34	17	60	30
Importância de haver um repositório com os dados de	0	0	0	0	8	4	44	22	48	24



navegações anteriores											
Sistema de Pontuação:	1- Nenhuma	2- Pouco	3- Algum	4- Muito	5- Fundamental						

Tendo em conta os resultados ilustrados na Tabela 15 pode-se constatar que 84% dos inquiridos consideram que os dados apresentados pelo protótipo do sistema criado são relevantes para a navegação. Sendo que 10% não concordam, nem discordam e, apenas, 6% discordam.

A maioria dos inquiridos (cerca de 76%) considera que a solução criada cobre toda a informação necessária ao conhecimento do meio circundante e prática de uma navegação segura. Cerca de 88% dos inquiridos, considera de extrema importância da transmissão dos dados relativos ao meio circundante pelos sensores dos navios ser recolhida e apresentada em tempo real pela solução.

No que diz respeito à importância da transmissão automática de alertas relativos a perigos para a segurança da navegação ou a marcas do planeamento, a maioria dos indivíduos considera que é importante (cerca 96% e 88%, respetivamente). Relativamente à importância do conhecimento atualizado da posição do navio e dos perigos circundantes fornecido, 94% dos inquiridos considera importante. Por fim, em relação à importância da criação da solução para possibilitar o acesso a registos com os dados referentes a navegações anteriores, 92% dos inquiridos considera relevante.

Estes resultados podem ser mais facilmente visualizados no gráfico da Figura 26, onde estão representados, através de barras, sendo utilizada a mesma escala referida no início desta seção (1- Nenhuma a 5- Fundamental). Pode constatar-se que, segundo os inquiridos, todas as questões têm um grau de importância bastante elevado, sendo a questão número 2 a que apresenta um menor grau de importância.

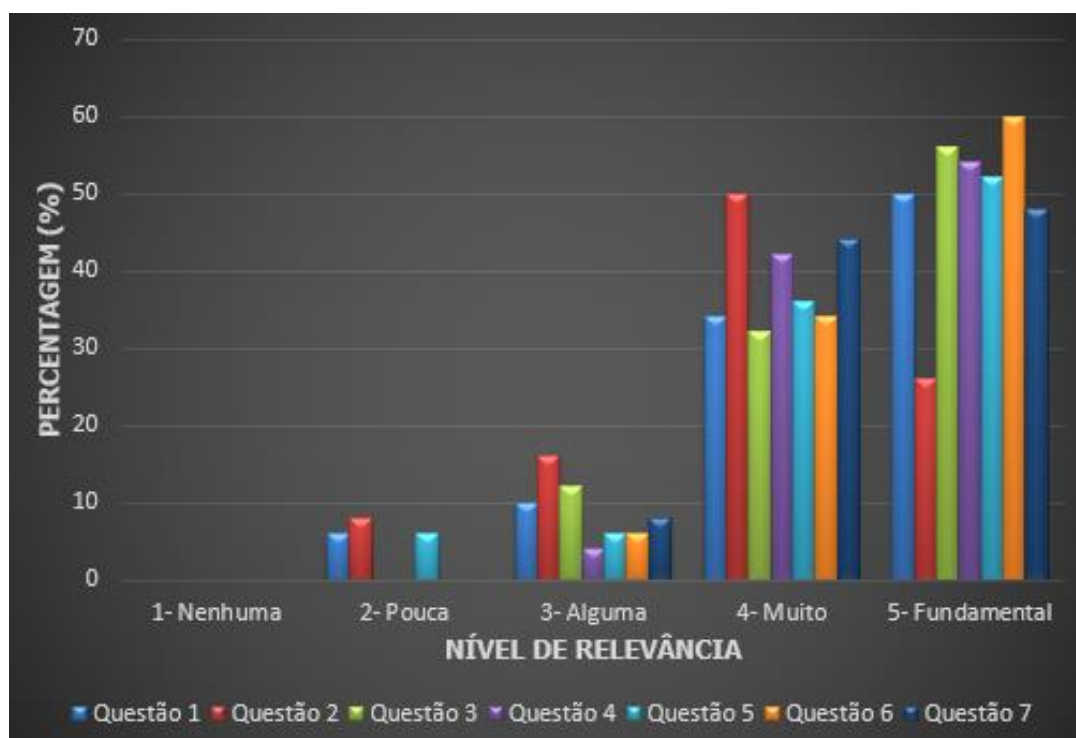


Figura 26 - Visualização dos resultados das respostas obtidas na secção 5 do questionário

#### 5.1.4. Análise da relevância dos dados do sistema

Na sexta e última secção do inquérito avaliou-se o protótipo do sistema construído, com base na utilidade e relevância da sua informação para o apoio da tomada de decisão de uma unidade naval, dada a possibilidade deste protótipo vir a ser a infraestrutura de suporte a outras *interfaces* gráficas criadas para explorar o acesso aos dados. Para o efeito utilizou-se uma adaptação do *System Usability Scale* (SUS), uma vez que o que se pretende não é avaliar a usabilidade da solução, mas sim, averiguar a sua utilidade relativamente à relevância dos dados que a constituem. Desta forma, adaptaram-se as 10 perguntas padrão deste sistema de acordo com o âmbito referido. As questões feitas nesta secção têm as suas respostas associadas a uma escala de 1 (Discordo completamente) a 5 (Concordo plenamente), a fim de avaliar a conformidade dos dados da solução. Numa primeira fase, efetuou-se a análise dos gráficos obtidos através da ferramenta de questionários mencionada e, posteriormente, foi aplicado o método SUS.

Tendo em conta os resultados ilustrados na Tabela 16 pode constatar-se que 82% dos inquiridos concordam que utilizariam com frequência o protótipo criado como fonte de dados para uma interface de auxílio da tomada de decisão da navegação, cerca de 12%

não concordam, nem discordam e, por fim, 6% dos inquiridos não utilizariam o protótipo construído.

No que diz respeito à pertinência dos dados apresentados pela solução relativamente à prática de uma navegação eficiente e segura, 86% dos inquiridos concordam que os dados apresentados são pertinentes, 10% não concordam, nem discordam e, 4% dos inquiridos discordam. Relativamente à fácil compreensão dos dados apresentados pelo sistema criado, a maioria dos inquiridos (cerca de 84%) concorda que sejam de fácil compreensão, 6% nem concorda, nem discorda e, 10% discorda.

Em relação aos inquiridos precisarem de formação ou apoio técnico para conseguirem visualizar todos os dados da solução, a maioria da amostra considera que não necessita (cerca de 60%). Assim como, grande parte dos inquiridos (cerca de 74%) imagina que a maioria dos indivíduos conseguiria utilizar e visualizar os dados do sistema criado facilmente.

As respostas demonstram que maioria dos inquiridos considera que o sistema criado apresenta uma grande diversidade de dados (cerca de 88%) e que estes não são inconsistentes (64%). Consideram, ainda, que a informação contida dos dados não é muito complicada, nem pouco útil (72%).

Os resultados do inquérito demonstram que cerca de 74% dos inquiridos considera que os dados apresentados na solução são úteis para o apoio da tomada de decisão de uma unidade naval. Assim, verificou-se que cerca de 80% dos inquiridos julga que a solução apresenta os dados essenciais para uma interface gráfica que esteja direcionada para o apoio da tomada de decisão na condução de um navio. Estas observações e análises podem ser observadas na Tabela 16.

Tabela 16 - Respostas ao inquérito SUS adaptado para a conformidade dos dados da solução

	1		2		3		4		5	
	%	Respostas	%	Respostas	%	Respostas	%	Respostas	%	Respostas
Gostaria de usar este sistema com frequência como fonte de dados	4	2	2	1	12	6	46	23	36	18

Achei os dados do sistema são pertinentes	0	0	4	2	10	5	44	22	42	21
Achei os dados do sistema são fácil compreensão	0	0	10	5	6	3	30	15	54	27
Precisaria de formação técnica para visualizar os dados do sistema	28	14	32	16	20	10	12	6	8	4
O sistema apresenta uma grande diversidade de dados	0	0	4	2	8	4	42	21	46	23
Havia muita inconsistência nos dados da solução	36	18	28	14	18	9	10	5	8	4
Imagino que seria fácil para a maioria das pessoas utilizar e visualizar os dados do sistema	0	0	10	5	16	8	36	18	38	19
Achei a informação dos dados do sistema muito complicada e pouco útil	52	26	20	10	12	6	14	7	2	1
Achei os dados do sistema são úteis para o apoio da tomada de decisão	0	0	8	4	18	9	32	16	42	21
Achei que o sistema apresenta os dados essenciais para uma interface gráfica de apoio à tomada de decisão	0	0	4	2	16	8	36	18	44	22

Sistema de Pontuação: 1- Discordo Completamente    2- Discordo    3- Não Concordo Nem Discordo    4- Concordo    5- Concordo Plenamente

Sintetizando, verificou-se que a maioria dos inquiridos utilizaria o sistema construído como fonte de dados de uma *interface* gráfica direcionada para o apoio da tomada de decisão na condução de uma unidade naval, visto que a solução apresenta os dados essenciais para a prática de uma navegação eficiente e segura.

De forma a poder aplicar-se o SUS, foi necessário observar qual foi a resposta mais popular de cada uma das questões da secção 6 do questionário, de modo a determinar a moda de cada questão.

Posteriormente, realizaram-se os cálculos inerentes ao método SUS. Para as questões com o número ímpar, subtraiu-se ao valor da sua moda uma unidade. Para as questões com o número par, subtraiu-se o valor da sua moda ao número 5.

Por fim, depois de se fazer o cálculo mencionado, somaram-se todos os valores resultantes desse cálculo. Ao valor dessa soma multiplicou-se o número 2,5. O resultado deste último cálculo deu o valor da conformidade dos dados, segundo este método.

De acordo com o sistema SUS, um sistema só é considerado eficaz se o resultado dos cálculos efetuados referentes a este método for superior ou igual a 66. Para o presente caso em estudo obteve-se o valor de 77,5. Sendo assim, pode-se afirmar que de acordo com o método SUS, o sistema criado é eficaz na relevância dos dados que disponibiliza para o apoio da navegação. A demonstração destes cálculos encontra-se no apêndice E.

## **5.2. Análise Estatística**

Nesta secção, realizou-se a análise estatística por forma a dar resposta à QD5, referida na introdução da dissertação.

Na realização do teste de hipóteses é necessário formular duas hipóteses e analisá-las mediante um determinado nível de significância *alfa* estipulado. Para iniciar o teste de hipóteses, formularam-se as duas hipóteses, apresentadas na Figura 27.

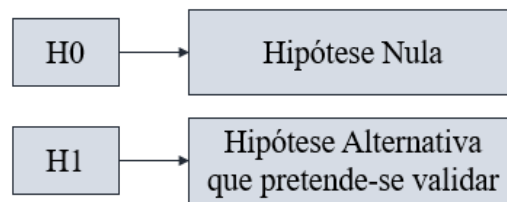


Figura 27 - Hipóteses formuladas

De seguida, estabeleceu-se a variável X como variável aleatório da distribuição amostral das respostas dos inquiridos às questões a analisar, com valores de 1 a 5. A seguir, calculou-se se o valor médio dos resultados da amostra, de forma a concluir se os resultados podiam ser generalizados. Posteriormente, utilizaram-se os testes unidirecionais, test-t (por estar-se perante uma amostra com a média e variância da população desconhecida), efetuando os testes de hipóteses para um nível de significância de *alfa* igual a 0,01 ( $\alpha = 0,01$ ).

Considerando a QD5, definiram-se as hipóteses H0 e H1:

***QD5** – O modelo da solução criada contém a informação necessária para servir de ferramenta de apoio à tomada de decisão na condução da navegação?*

H0: O modelo da solução criada não contém a informação necessária para servir de ferramenta de apoio à tomada de decisão na condução da navegação.

H1: O modelo da solução criada contém a informação necessária para servir de ferramenta de apoio à tomada de decisão na condução da navegação.

De forma a validar a QD5, estipularam-se as cinco questões mais relevantes das secções 5 e 6, do questionário realizado e, através das respostas das mesmas efetuaram-se os testes de hipóteses. As perguntas estipuladas foram as seguintes:

1. Relevância dos dados apresentados no protótipo para a segurança da navegação?

H0: Não ( $X \leq 3$ )

H1: Sim ( $X > 3$ )

2. Achei os dados constituintes da solução pertinentes para a prática de uma navegação eficiente e segura?

---

H0: Não ( $X \leq 3$ )

---

H1: Sim ( $X > 3$ )

3. A solução criada cobre toda a informação necessária para o conhecimento do meio circundante e prática de uma navegação segura?

---

H0: Não ( $X \leq 3$ )

---

H1: Sim ( $X > 3$ )

4. Considero que os dados da solução são úteis para o apoio da tomada de decisão de uma unidade naval?

---

H0: Não ( $X \leq 3$ )

---

H1: Sim ( $X > 3$ )

5. Considero que esta solução apresenta os dados essenciais para uma interface gráfica para o apoio da tomada de decisão na condução de um navio?

---

H0: Não ( $X \leq 3$ )

---

H1: Sim ( $X > 3$ )

---

Após terem sido realizados os testes de hipóteses, com os resultados das respostas às perguntas mencionadas anteriormente, construiu-se a Tabela 17. A representação destes cálculos encontra-se no apêndice E.

Tabela 17 - Dados da Análise Estatística à QD5

	Questão 1	Questão 2	Questão 3	Questão 4	Questão 5
<i>Contagem</i>	50	50	50	50	50
<i>Média</i>	4,28	4,24	3,94	4,08	4,2
<i>Mediana</i>	4,5	4	4	4	4
<i>Moda</i>	5	4	4	5	5
<i>Desvio-padrão</i>	0,881557064	0,796932896	0,866849798	0,9655283	0,857142857
<i>Erro-padrão</i>	0,124670996	0,112703331	0,122591074	0,136546322	0,121218305
<i>Valor t</i>	10,26702317	11,00233675	7,667768698	7,909403834	9,899494937
<i><math>\rho</math> – value</i>	2,95748E-12	4,78031E-13	3,2478E-09	1,63524E-09	7,54991E-12

Com base nos valores obtidos na Tabela 17, conclui-se que existe uma evidência altamente significativa contra a hipótese  $H_0$ , nas cinco questões analisadas. Uma vez que para as cinco questões o valor do *p-value* é inferior ao valor do alfa, ou seja, *p-value*  $< 0,01$ . Logo, é possível afirmar que existe uma grande probabilidade de rejeitar-se  $H_0$  para as cinco questões estudadas e, conseqüentemente, para rejeitar a hipótese  $H_0$  da QD5.

Em suma, através da análise dos resultados obtidos do teste de hipóteses, conclui-se que o modelo da solução criada contém a informação necessária para servir de ferramenta de apoio à tomada de decisão na condução da navegação.



## Conclusão

Após concluídas as etapas da metodologia de investigação, da construção da solução e, após todas as QD da investigação serem respondidas, reserva-se o presente capítulo para a elaboração das apreciações finais da dissertação. No presente capítulo discriminam-se as limitações encontradas na concretização da dissertação e recomendam-se possíveis trabalhos futuros no seu seguimento.

A dissertação teve como objetivo a recolha, processamento, fusão e análise dos dados oriundos dos múltiplos sensores na ponte de uma unidade naval de forma a permitir a obtenção de um panorama unificado, bem como, informação relevante para a tomada de decisão. Esta iniciou-se com a formulação da QPI, que norteou o seu desenvolvimento e das QD que contribuíram para a obtenção da resposta da QPI. Na fase inicial, definiu-se a estrutura da investigação, que conduziu a mesma – DSR.

Numa segunda fase realizou-se a revisão de literatura, abordando todos os conceitos teóricos relevantes, nomeadamente, o conhecimento situacional marítimo, a navegação eletrónica, a fusão de dados de diversos sensores e o sistema BI. Assim, através do estudo dos conceitos mencionados foi possível concluir que para se praticar uma navegação segura é essencial conhecer o meio envolvente. Para isso ser possível, a navegação deve ser apoiada e auxiliada por sensores, que existem nos navios. Uma vez que esses sensores produzem enormes quantidades de dados, para ser possível interpretá-los e extrair informação, torna-se necessária a sua fusão. Para ter acesso aos dados provenientes dos equipamentos das unidades navais, bem como à fusão realizada entre eles, é necessária a existência de um DW, onde seja possível armazená-los para posterior processamento. Para isso construiu-se um sistema de BI como solução. Este sistema tem como finalidade transformar a informação proveniente dos dados em conhecimento pertinente para o apoio da tomada de decisão na condução da navegação.

Numa terceira fase, formularam-se os requisitos necessários para a construção da solução, estipulando-se as questões a responder pelo sistema criado. De seguida, selecionou-se o modelo em estrela para o desenho da solução posteriormente implementado com recurso à ferramenta SQL Server. Por fim, visualizaram-se os dados presentes na solução através do *Power BI*.

Foi realizado um questionário com uma amostra de 50 indivíduos com o objetivo de avaliar a eficácia da solução criada no fornecimento de informação relevante para a tomada de decisão numa unidade naval. A partir dos resultados obtidos nos questionários e da análise realizada com recurso ao método SUS e ao teste de hipóteses, pôde concluir-se que o modelo da solução criada contém a informação necessária para servir de ferramenta de apoio à tomada de decisão na condução da navegação.

Em suma, pode afirmar-se que o sistema proposto para obtenção do panorama unificado e conhecimento situacional marítimo é eficaz no fornecimento de informação relevante para a tomada de decisão numa unidade naval, respondendo assim à QPI.

### **Limitações Encontradas**

Uma etapa da realização da presente dissertação consistia na recolha, processamento, tratamento e análise de dados inerentes de uma unidade naval da MP. Todavia, a etapa de extração dos dados a bordo de um navio da MP verificou-se impossível de concretizar, devido à atual situação de pandemia mundial COVID-19, tendo sido implementadas novas normas e restrições que não permitiram a ida a bordo dos navios para a recolha dos dados necessários.

De modo a contornar esta situação, simularam-se dados de um planeamento de navegação, com valores baseados em planeamentos efetuados anteriores. Esta foi, assim, a maior limitação decorrente da presente dissertação.

### **Recomendações e Trabalhos Futuros**

A solução criada é um protótipo das possíveis funcionalidades que o modelo do sistema BI desenvolvido pode vir a desempenhar. De forma a dar continuidade ao trabalho realizado, as propostas para trabalhos futuros são as seguintes:

- Carregar o sistema BI criado com dados extraídos diretamente da rede NMEA referentes a um planeamento de navegação;
- Aperfeiçoar o sistema implementado, adequando-o a outras classes de navios da MP, de forma a recolher todo o tipo de dados existentes na rede NMEA;

- Análise de outras possíveis fontes de informação para o sistema BI criado, nomeadamente dados das ordens dadas pelo CO do navio ou pelo OQP;
- Criação de uma *interface* gráfica mais alargada, suportada pelo sistema criado, explorando todas as suas potencialidades.



## Referências Bibliográficas

- Aarts, K. (2007). Parsimonious Methodology. *Methodological Innovations Online*, 2(1), 2–10. <https://doi.org/10.4256/mio.2007.0002>
- Ballard, C., Daniel M. Farrell, Amit Gupta, Carlos Mazuela, & Stanislav Vohnik. (2006). *Dimensional Modeling: In a Business Intelligence Environment* (First Edition). Copyright International Business Machines Corporation 200.
- Basker, S. (2005). E-Navigation: The way ahead for the maritime sector. *Trinity House, London, September*.
- Betke, K. (2000). *The NMEA 0183 Protocol*. [www.nmea.org](http://www.nmea.org)
- Castanedo, F. (2013). A Review of Data Fusion Techniques. *The Scientific World Journal*, 2013, 1–19. <https://doi.org/10.1155/2013/704504>
- Cazzanti, L., Millefiori, L. M., & Arcieri, G. (2015). A document-based data model for large scale computational maritime situational awareness. *2015 IEEE International Conference on Big Data (Big Data)*, 1350–1356. <https://doi.org/10.1109/BigData.2015.7363894>
- Cody, W. F., Kreulen, J. T., Krishna, V., & Spangler, W. S. (2002). The integration of business intelligence and knowledge management. *IBM Systems Journal*, 41(4), 697–713. <https://doi.org/10.1147/sj.414.0697>
- Conceição, Victor. (2018a). *Designing for Safe Maritime Navigation Studying Control Processes for Bridge Teams*. <https://doi.org/10.13140/RG.2.2.28044.82567>
- Conceição, Victor. (2018b). *Designing for Safe Maritime Navigation Studying Control Processes for Bridge Teams* VICTOR FERNANDO PLÁCIDO DA CONCEIÇÃO. 98.

- Conceição, Victor, Carmo, M. B., Dahlman, J., & Ferreira, A. (2018a). Visualization in Maritime Navigation: A Critical Review. Em N. A. Stanton (Ed.), *Advances in Human Aspects of Transportation* (Vol. 597, pp. 199–212). Springer International Publishing. [https://doi.org/10.1007/978-3-319-60441-1\\_20](https://doi.org/10.1007/978-3-319-60441-1_20)
- Conceição, Victor, Carmo, M. B., Dahlman, J., & Ferreira, A. (2018b). Visualization in Maritime Navigation: A Critical Review. Em N. A. Stanton (Ed.), *Advances in Human Aspects of Transportation* (Vol. 597, pp. 199–212). Springer International Publishing. [https://doi.org/10.1007/978-3-319-60441-1\\_20](https://doi.org/10.1007/978-3-319-60441-1_20)
- Conceição, Vítor, Teles, C., & Dahlman, J. (2020). The Anchoring Effect of Technology in Navigation Teams. Em N. Stanton (Ed.), *Advances in Human Aspects of Transportation* (Vol. 1212, pp. 436–443). Springer International Publishing. [https://doi.org/10.1007/978-3-030-50943-9\\_55](https://doi.org/10.1007/978-3-030-50943-9_55)
- Endsley, M. (1995). Endsley, M.R.: Toward a Theory of Situation Awareness in Dynamic Systems. *Human Factors Journal* 37(1), 32–64. *Human Factors: The Journal of the Human Factors and Ergonomics Society*, 37, 32–64. <https://doi.org/10.1518/001872095779049543>
- Estado-Maior da Armada. (2012). *DISPOSIÇÕES GERAIS E CONCEITOS FUNDAMENTAIS DA NAVEGAÇÃO INA 2 (A)* (Ministério da Defesa Nacional). Marinha Portuguesa.
- Estado-Maior da Armada. (2020). *CONDUÇÃO DA NAVEGAÇÃO INA-4(A)* (Ministério da Defesa Nacional). Marinha Portuguesa.
- Fontoura, A. M. (2002). *EdaDe A EDUCAÇÃO DE CRIANÇAS E JOVENS ATRAVÉS DO DESIGN*. 357.

- Gangadharan, G. R., & Swami, S. N. (2004). Business Intelligence Systems: Design and Implementation Strategies. *2dh Int. Conf. Information Technology Interfaces*, 6.
- Goulão, J. A. (2019). *IDENTIFICAÇÃO DE PARÂMETROS DE MANOBRABILIDADE DE UM NAVIO*. Alfeite. [https://comum.rcaap.pt/bitstream/10400.26/30276/1/Tese\\_Azevedo\\_Goulao\\_VF\\_inal\\_CC.pdf](https://comum.rcaap.pt/bitstream/10400.26/30276/1/Tese_Azevedo_Goulao_VF_inal_CC.pdf)
- Hahn, A., Bolles, A., Fränzle, M., Fröschle, S., & Hyoung Park, J. (2016). Requirements for e-Navigation Architectures. *International Journal of E-Navigation and Maritime Economy*, 5, 1–20. <https://doi.org/10.1016/j.enavi.2016.12.001>
- Hall, D. L., & Llinas, J. (1997). An introduction to multisensor data fusion. *Proceedings of the IEEE*, 85(1), 6–23. <https://doi.org/10.1109/5.554205>
- Hareide, O. S. (2019). *The use of Eye Tracking Technology in Maritime High-Speed Craft Navigation*. NTNU. <https://ntnuopen.ntnu.no/ntnu-xmlui/handle/11250/2600894>
- Hevner, A., & Chatterjee, S. (2010). *Design Research in Information Systems* (Vol. 22). Springer US. <https://doi.org/10.1007/978-1-4419-5653-8>
- IMO. (1996). 64 (67): Adaption of new and amended performance standars. *International Maritime Organization (IMO)*.
- IMO. (2001). Requirements for a future global navigation satellite system (GNSS). *IMO Resolution A, 915, 22*.
- IMO. (2007). 252 (83), Revised performance standards for Integrated Navigation Systems (INS). *International Maritime Organization, London, 8*.

- IMO. (2020). *E-navigation*. International Maritime Organization- E-Navigation.  
<http://www.imo.org/en/OurWork/Safety/Navigation/Pages/eNavigation.aspx>
- IMO, R. M. (2000d). 115 (73): Adoption of the Revised Performance Standards for Shipborne GPS. *GLONASS Combined Receiver Equipment*.
- IMO, R. M. (2000c). 115 (73): Adoption of the Revised Performance Standards for Shipborne GPS. *GLONASS Combined Receiver Equipment*.
- Inmon, B., & Krishnan, K. (2011). *Building the Unstructured Data Warehouse: Architecture, Analysis, and Design*. Technics publications.
- Inmon, W. H. (2002). *Building the Data Warehouse* (3.<sup>a</sup> ed.). John Wiley & Sons.
- Jacobson, R. E., & Jacobson, R. (1999). *Information Design*. MIT Press.
- Javaux, D., Vanderstraeten, P., Mextorf, H., Anschütz, R., Gehrmannn, E., Mikkelsen, T. G., & Marimatech. (2015). Model-based Cooperative and Adaptive Ship-based Context Aware Design/ D3.4—Actual Level Bridge Study and Design. *CASCADe, 1.3*, 161.
- Jonas, M., & Oltmann, J.-H. (2013). IMO e-Navigation Implementation Strategy – Challenge for Data Modelling. *TransNav, the International Journal on Marine Navigation and Safety of Sea Transportation*, 7(2), 45–49.  
<https://doi.org/10.12716/1001.07.01.05>
- Kimball, R. (1996). *The data warehouse toolkit: Practical techniques for building dimensional data warehouses*. John Wiley & Sons, Inc.



- Kimball, R., & Caserta, J. (2004). *The Data Warehouse ETL Toolkit—Practical Techniques for Extracting, Cleaning, Conforming, and Delivering Data*. Wiley Publishing.
- Kimball, R., & Ross, M. (2011). *The data warehouse toolkit: The complete guide to dimensional modeling*. John Wiley & Sons.
- Ko, M., Miler, R. K., & Zieli, M. (2007). *MARITIME SITUATIONAL AWARENESS*. 10.
- Laudon, K. C., & Laudon, J. P. (2015). *Management information systems*. Pearson Upper Saddle River.
- Machado, J., Gonçalves, R., & Correia, A. (2018). *CONCEÇÃO E IMPLEMENTAÇÃO DE UM SISTEMA DE GESTÃO DA ATIVIDADE OPERACIONAL DA MARINHA PORTUGUESA*. 28.
- Machado, J. S. T. (sem data). *Business Intelligence da Atividade Operacional da Marinha Portuguesa*. 164.
- Marinha Portuguesa. (2020a). *Tábela de Marés 2021* (Ministério da Defesa, Vol. 1–1). Instituto Hidrográfico.
- Marinha Portuguesa. (2020b, Maio 11). *A Missão*. Marinha. <https://www.marinha.pt/pt/a-marinha/Paginas/missao.aspx>
- Markowitz, V. M., & Topaloglou, T. (2001). Applying data warehouse concepts to gene expression data management. *Proceedings 2nd Annual IEEE International Symposium on Bioinformatics and Bioengineering (BIBE 2001)*, 65–72. <https://doi.org/10.1109/BIBE.2001.974413>

- Moody, & Kortink. (2003b). *From ER Models to Dimensional Models Part II: Advanced Design Issues*. 12.
- Moody, & Kortink. (2003a). *From ER Models to Star Schemas: Mapping From Operational Databases to Data Warehouse Designs*. 12.
- Negash, S. (2004). BUSINESS INTELLIGENCE. *Communications of the Association for Information Systems*, 13, 21. <https://doi.org/10.17705/1CAIS.01315>
- NMEA National Marine Electronics Association. (sem data). Obtido 18 de Junho de 2020, de <https://www.nmea.org/>
- Patraiko, D. (2007). The Development of e-Navigation. *TransNav, the International Journal on Marine Navigation and Safety of Sea Transportation*, 1(3), 4.
- Power, D. J. (2002). *Decision support systems: Concepts and resources for managers*. Quorum Books.
- Rainardi, V. (2008). *Building a Data Warehouse- With Examples in SQL Server* (1.<sup>a</sup> ed.). Apress. <https://doi.org/10.1007/978-1-4302-0528-9>
- Robards, M., Silber, G., Adams, J., Arroyo, J., Lorenzini, D., Schwehr, K., & Amos, J. (2016). Conservation science and policy applications of the marine vessel Automatic Identification System (AIS)—A review. *Bulletin of Marine Science*, 92(1), 75–103. <https://doi.org/10.5343/bms.2015.1034>
- Santos, M. Y., & Ramos, I. (2006). *Business Intelligence: Tecnologias da informação na gestão de conhecimento*. FCA-Editora de Informática, Lda.
- Sezões, C., Oliveira, J., & Baptista, M. (2006b). *Business intelligence* (1.<sup>a</sup> ed.). SPI – Sociedade Portuguesa de Inovação.

- Soweilam, A. E. (2016). *E Navigation. GNSS, Resilient PNT and the perception of seafarers*. University College of Southeast Norway.
- Tutunea, M. F., & Rus, R. V. (2012). Business Intelligence Solutions for SME's. *Procedia Economics and Finance*, 3, 865–870. [https://doi.org/10.1016/S2212-5671\(12\)00242-0](https://doi.org/10.1016/S2212-5671(12)00242-0)
- Valacich, J., & Schneider, C. (2017). *Information Systems Today: Managing the Digital World* (8ªedição). Pearson Education Limited.
- Van den Broek, A., Neef, R., Hanckmann, P., van Gosliga, S. P., & Van Halsema, D. (2011). *Improving maritime situational awareness by fusing sensor information and intelligence*. 1–8.
- Varshney, P. K. (1997). Multisensor Data Fusion. *ELECTRONICS & COMMUNICATION ENGINEERING JOURNAL*, 245–253.
- Vercellis, C. (2009). *Business intelligence: Data Mining and Optimization for Decision Making* (1.<sup>a</sup> ed.). John Wiley & Sons.
- Warburton, N. (1999). *Philosophy: Basic Readings*. Routledge.
- Watson, H. J., & Wixom, B. H. (2007). The Current State of Business Intelligence. *Computer*, 40(9), 96–99. <https://doi.org/10.1109/MC.2007.331>
- Weintrit, A., & D. Patraiko (Eds.). (2010). *E-Navigation and the Human Element* (Vol. 4). CRC Press. <https://doi.org/10.1201/9780203869345>
- Weintrit, A., Wawruch, R., Specht, C., Gucma, L., & Pietrzykowski, Z. (2007). Polish Approach to e-Navigation Concept. *TransNav, International Journal on Marine Navigation and Safety Od Sea Transportation*, 1(3), 9.

- Wickens, C. D. (2002). Situation awareness and workload in aviation. *Current directions in psychological science*, 11(4), 128–133.
- Wieringa, R. (2009). Design science as nested problem solving. *Proceedings of the 4th International Conference on Design Science Research in Information Systems and Technology - DESRIST '09*, 1. <https://doi.org/10.1145/1555619.1555630>
- Wieringa, R. J. (2014). *Design Science Methodology for Information Systems and Software Engineering*. Springer Berlin Heidelberg. <https://doi.org/10.1007/978-3-662-43839-8>
- Zaidan, F. H., Bax, M. P., & Parreiras, F. S. (2016). *DESIGN SCIENCE RESEARCH: APLICAÇÃO EM UM PROJETO DE PESQUISA E DESENVOLVIMENTO*. 3757–3774. <https://doi.org/10.5748/9788599693124-13CONTECSI/PS-4163>

## **Glossário**

**Base de dados** – repositório de dados estruturados e organizados de forma sistematizada num determinado modelo, que permite a sua utilização por outras aplicações.

**Dados** – elementos representativos de informação.

**Dimensões** – tabelas constituintes de um sistema de DW que contém vários atributos organizados consoante o tipo de dados.

**Data Mart** – subconjunto específico de dados do DW no qual a sua relevância é limitada pelo âmbito em estudo.

**Data Warehouse** – repositório de dados (provenientes de diversas fontes) que serve para armazenar informações detalhadas relativas a uma determinada organização. Este disponibiliza uma maior flexibilidade nas pesquisas das informações, possibilitando aos seus utilizadores uma análise de dados de forma seletiva.

**Extract, Transform and Load** – processos pelos quais se realiza a extração de dados provenientes de diversas fontes, transformando-os num formato específico e, posteriormente, carregando-os em repositórios de dados, com o fim de efetuar-se a sua análise.

**Factos** – tabela central de um DW em esquema de estrela, onde estão contidos todos os dados que irão abastecer as restantes tabelas (dimensões) constituintes do esquema onde está contida.

**Informação** – produto do tratamento e análise de dados.

**Sistemas de Apoio à Decisão** – sistemas que fazem a compilação dos dados de forma a que estes transmitam informações relevantes para resolução de problemas semiestruturados e não estruturados.

**Tecnologia de Informação** – área que utiliza a computação como meio para produzir, coletar, transmitir, armazenar e aceder a um conjunto de informação que permite dar suporte à tomada de decisão.



## **Anexos**

A – Amostra dos Dados para Carregar o BI

B – Código utilizado na construção do sistema de BI

C – Relatórios criados no *Power BI*

D – Inquérito para a Avaliação da Solução Construída

E – Cálculos efetuados no Capítulo 5 na Análise de Resultados





## Anexo A – Descrição dos diversos níveis constituintes do CS

Tabela 18 - Os 3 níveis do Conhecimento Situacional.

Nível	Designação	Descrição
1	Percepção da Situação	O primeiro passo para alcançar o CS é compreender todos os elementos relevantes para o ambiente em redor do indivíduo. Este nível abrange processos de monitorização, deteção e reconhecimento, o que leva ao conhecimento de vários elementos situacionais.
2	Compreensão da Situação	O segundo passo do CS envolve uma análise de elementos recolhidos do Nível 1 através dos processos de reconhecimento, interpretação e avaliação de padrões. Este nível exige a reunião dessas informações para uma melhor compreensão do impacto que estas provocam nas metas e objetivos do indivíduo. Isso inclui desenvolver uma imagem abrangente do mundo, ou daquela parte do mundo que diz respeito ao indivíduo.
3	Previsão de Futuros Eventos	O terceiro e mais alto nível do CS envolve a capacidade de projetar ações futuras no ambiente. É alcançado através do conhecimento dos elementos e da compreensão da situação (níveis 1 e 2 da CS), prevendo posteriormente o impacto em eventos futuros no ambiente operacional.



## **Anexo B – Fusão de dados nos seres humanos nos sensores**

O cérebro humano é um excelente exemplo de um sistema de fusão operacional de dados, com um desempenho excepcional, uma vez que integra diversas informações sensoriais, tais como dados recolhidos pela visão, audição, olfato, paladar, ou tato, relacionando-os para se situar no meio envolvente. Um exemplo prático deste processo é o ser humano ser capaz de, a partir de estímulos provenientes da audição e da visão conseguir, num ambiente desconhecido, tomar decisões no âmbito da sua segurança e proteção. Numa situação em que não seja possível ver ao seu redor ou através da vegetação, o sistema auditivo pode fornecer avisos antecipados de perigos iminentes. Assim, a fusão de informações de diferentes fontes é realizada naturalmente em animais e, especialmente, em seres humanos, conseguindo estes obter uma avaliação mais precisa do ambiente circundante, identificando as ameaças com maior sucesso, o que resulta numa melhoria das probabilidades de sobrevivência. Investigadores de diferentes áreas científicas e engenheiros propuseram-se a reproduzir a capacidade de fusão de informações do cérebro humano em sensores. Com a combinação de conhecimentos de fontes diferentes, as informações passam a complementar-se o que, consequentemente, resulta em melhores e mais consistentes soluções para colmatar problemas de processamento de informações (Hall & Llinas, 1997; Varshney, 1997).

Os avanços tecnológicos tornaram possível reproduzir, em *hardware* e *software*, os recursos naturais de fusão de dados inerentes aos animais e aos seres humanos (Hall & Llinas, 1997). Os sistemas de fusão de dados que operam em tempo real estão cada vez mais práticos com o desenvolvimento das seguintes áreas tecnológicas: sensores; algoritmos de processamento de sinal; tecnologia VLSI (*Very Large Scale Integration*); computação e; comunicação de alto desempenho. O objetivo final destes sistemas é fornecer uma avaliação precisa da situação, a fim de serem tomadas ações adequadas (Varshney, 1997).



## **Anexo C – Conceitos Fundamentais sobre *Business Intelligence***

### **Conceito Business Intelligence**

O termo *Business Intelligence* (BI) foi mencionado pela primeira vez por Hans Peter Luhn (1958) num artigo publicado no *IBM Journal* que o definiu com base em dois pressupostos: sistemas comerciais e inteligentes. Desta forma, o conceito de BI passou a ser o termo genérico utilizado para descrever conceitos e métodos que auxiliam na tomada de decisões nos negócios, usando pressupostos baseados em fatos. Posteriormente, esse termo foi adotado com sucesso por um grande número de especialistas na área de *Decision Support Systems* (DSS) (Tutunea & Rus, 2012).

Tendo em conta a classificação dos sistemas de BI numa categoria de sistemas de informação, as opiniões são bastantes díspares (Tutunea & Rus, 2012). No entanto, de acordo com alguns autores, os sistemas de BI são sistemas de suporte à decisão (DSS) orientados para serem usados com dados. (Power, 2002; Tutunea & Rus, 2012).

Para alguns especialistas com ligações ao Sistema de Gestão da Relação com Clientes (*Customer Relationship Management* - CRM), o sistema BI é uma integração perfeita de aplicações operacionais de *front-office* e de *back-office*. Especialistas em *data warehouse* consideram-no apenas um novo termo para *data warehousing*, ou seja, uma forma de promover a tomada de decisão através de uma plataforma tecnológica. Para alguns estatísticos o BI representa, ainda, os algoritmos avançados de produção de dados, (como as técnicas de indução neural), visto que o sistema apresenta uma arquitetura corporativa para uma coleção integrada de bases de dados operacionais, para suportar decisões, que fornece às organizações acesso fácil aos seus dados (Gangadharan & Swami, 2004).

### **Arquiteturas e Características de um Sistema BI**

Um sistema de BI, encarado na perspetiva tecnológica, deve ser enquadrado na infraestrutura global dos sistemas de informação de uma organização. Por um lado, deve ter-se sempre presente que um sistema destes não funciona individualmente, isto é, está ligado de forma umbilical a diversas fontes de dados, nomeadamente a um repositório “primário” de informação resultante dos processos de negócio da organização. Por outro

lado, é essencial compreender a interação entre o conhecimento produzido e os seus destinatários (utilizadores finais), que, através dos vários interfaces e ferramentas de visualização, tiram partido do que foi produzido, filtrado, analisado e sintetizado (Sezões et al., 2006, pp. 11–12; Watson & Wixom, 2007).

Um sistema-padrão de BI abrange várias ferramentas analíticas e é composto pelos seguintes elementos: (Gangadharan & Swami, 2004; Negash, 2004; Sezões et al., 2006; Tutunea & Rus, 2012; Watson & Wixom, 2007):

- *Software* para extração, transformação e carregamento (*extraction, transformation and loading* – ETL) – processo dedicado à extração, ao carregamento e à transformação de dados, responsáveis pela recolha das informações nas mais diversas fontes;
- *Data warehouse/Data marts* – locais onde ficam concentrados todos os dados extraídos dos sistemas operacionais, com a grande vantagem de ter um repositório de dados organizado e estruturado, e a possibilidade de armazenar informações históricas e agregadas, construindo assim um melhor suporte para as análises efetuadas *a posteriori*;
- *Online analytical processing* (OLAP) – análise de dados de processamento analítico multidimensional;
- *Data mining* ou *forecasting* – conceito que engloba todos os processos que, através de uma diversidade de ferramentas tecnológicas de análise, permitem descobrir padrões e relações num determinado conjunto de dados, sendo possível fazer projeções de cenários futuros;
- Visualização de dados – destinados à assimilação e perceção pelos utilizadores da informação para a tomada de decisão.

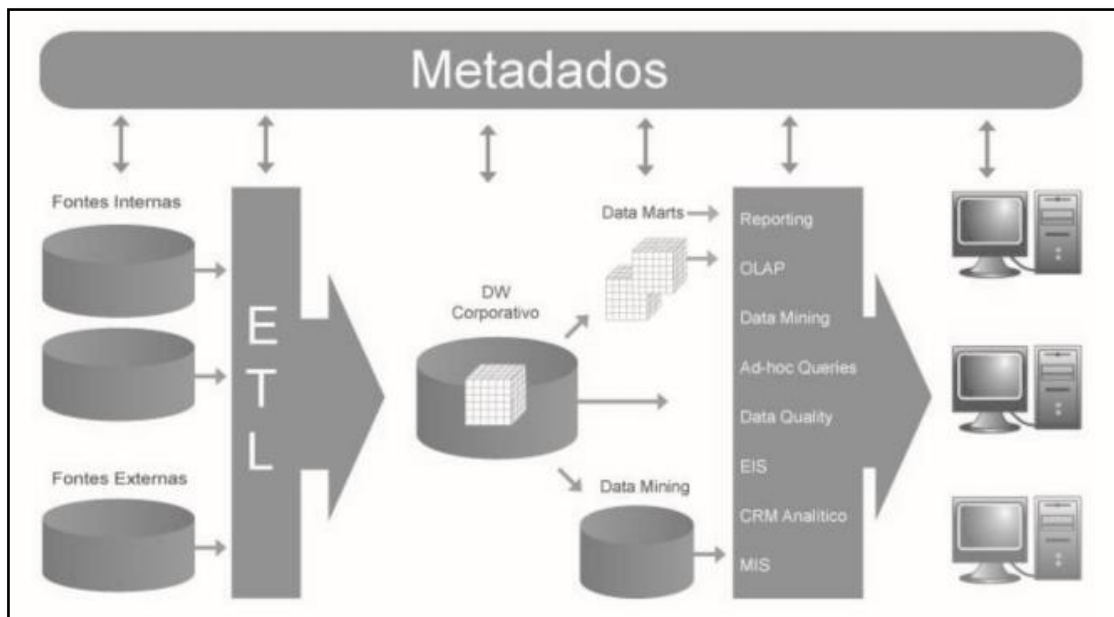


Figura 28 - Estrutura típica e simplificada de um sistema tecnológico de BI (retirada de Seções (2006))

O elemento chave deste sistema é a consolidação dos dados de diversos sistemas operacionais corporativos efetuada num *data warehouse* (Gangadharan & Swami, 2004).

## Conceito de Data Warehouse

Existem alguns termos (nomeadamente dados, informação e conhecimento) cuja definição se torna necessária para a compreensão do conceito de *Data Warehouse* (DW) ou armazém de dados (Sezões et al., 2006).

Os “dados” de um DW são compostos por factos individuais e discretos que congregam valores descritivos, qualitativos e quantitativos de interesse e relevância para um determinado assunto dentro de uma organização. O campo de *data warehousing* envolve dois tipos de dados: os dados operacionais, que descrevem as transações e os acontecimentos diários e os dados informativos, que são reconciliados, integrados, limpos e que constituem a matéria-prima a partir da qual a informação é construída (Sezões et al., 2006).

O termo “informação” é definido como uma coleção de dados organizada e apresentada num contexto específico e com significado para o negócio, tendo o intuito de fornecer factos e métricas vitais para os processos úteis para quem os desenvolve (Sezões et al., 2006).

Por fim, o termo “conhecimento” é essencial para a criação e desenvolvimento de qualquer projeto que envolva um DW. O conhecimento é uma característica pessoal e individual que está essencialmente relacionada com a familiaridade, compreensão e perceção das pessoas em relação a um determinado assunto e não com informação contida em computadores ou *software*. Este pode ser adquirido de diversos modos (por exemplo o estudo, a experiência, o instinto e a crença). Uma vez que estes fatores são diferentes de indivíduo para indivíduo, o conhecimento de cada um é, inevitavelmente, único (Sezões et al., 2006).

Deste modo, existem muitas definições para o conceito de DW provenientes de vários autores conceituados na matéria, sendo a definição mais consensual a que descreve o DW como uma coleção de dados que apresenta as seguintes características: (B. Inmon & Krishnan, 2011; W. H. Inmon, 2002; Kimball, 1996; Santos & Ramos, 2006; Sezões et al., 2006b):



- Integrado – uma vez que os dados a serem integrados no DW provêm de diversas fontes heterogêneas, torna-se necessário recorrer a ferramentas de tratamento. Assim, com o DW integrado deixa de ser necessário aceder a múltiplas fontes de dados para responder a questões levantadas pelos utilizadores, passando o próprio DW a ser uma fonte abrangente de informação;
- Organizado por assunto – os dados e a informação de um DW são compartimentados por assuntos, de acordo com as necessidades dos utilizadores finais, sendo vocacionados para um assunto específico e para a análise de dados que serve de suporte à tomada de decisão;
- Variam no tempo – o DW assegura a catalogação de dados por longos períodos, contendo o histórico da informação e a informação atual sobre os dados, possibilitando uma perspetiva histórica para a organização, com o intuito de analisar a sua evolução ao longo do tempo;
- Não voláteis – visto que o DW contém informação estável, é possível fazer um carregamento inicial de dados e, posteriormente, ter acesso aos mesmos para consulta. Desta forma, os dados não são apagados, sendo sempre adicionados de forma regular, de modo a fornecer registos históricos corretos e credíveis;
- Acessíveis – uma das principais funções de um DW é facultar o acesso à informação de uma forma fácil, simples e rápida.

Assim, os DW foram desenvolvidos de forma a responder às necessidades da organização no que diz respeito à obtenção e análise de informação, transformando dados de várias fontes em informações relevantes para auxiliar os seus utilizadores nas tomadas de decisão (Rainardi, 2008; Sezões et al., 2006).

Este conceito consiste num conjunto de bases de dados integrados e orientados para suportar a função DSS, isto é, um sistema de apoio à decisão, no qual cada unidade de dados é relevante para um determinado momento e objetivo. A integração de dados de várias fontes, por exemplo dos sensores de uma unidade naval poderá ocorrer num DW. É, portanto, construído como repositório central de dados sendo, posteriormente, possível que os dados existentes passem por operações de *Data Mining* (que consistem em que os dados sejam explorados de forma a encontrar padrões consistentes, a fim de detetar possíveis relacionamentos entre eles e novos subconjuntos de dados a serem mapeados,

extraindo informações úteis) (W. H. Inmon, 2002; Kimball & Caserta, 2004; Sezões et al., 2006).

Sendo o DW um repositório de informação que congrega os dados históricos de cariz operacional e transacional de uma organização, agrupados numa base de dados, a sua criação é justificada por dois pontos fundamentais: pela necessidade de integração de dados distribuídos por diferentes estruturas de bases de dados, tendo em vista uma análise global e pela necessidade de separação dos dados utilizados nas operações correntes e dos utilizados na análise e no *reporting*, tendo como objetivo final a tomada de decisões (W. H. Inmon, 2002; Kimball & Caserta, 2004; Sezões et al., 2006).

### **Arquitetura de um *Data Warehouse***

O *design* de informação consiste na comunicação através de palavras, imagens, tabelas, gráficos, mapas e desenhos, por meios convencionais ou digitais (Jacobson & Jacobson, 1999, p. 94). O *design* é um campo do conhecimento que permite a convergência de diferentes disciplinas, promovendo a sua interação (Fontoura, 2002).

A modelização (desenho) da estrutura de um sistema de informação, como um DW é um passo essencial. De facto, importa ter um conceito alicerçado em entidades lógicas (coerentes com a estrutura da organização e com os processos de negócio) e na descrição das dependências entre si. A criação deste tipo de sistema tem o seu início na conceção de um modelo que irá ser carregado com os dados provenientes de diversas fontes através do denominado “processo de ETL” (Ballard et al., 2006; Sezões et al., 2006, p. 34).

Define-se um repositório de dados menor do que um DW como *Data Mart* (DM), compreendendo esta informação mais especializada e específica de determinada área da organização, o que permite uma maior rapidez na respetiva consulta e análise (Ballard et al., 2006, pp. 40–42; Sezões et al., 2006b, p. 39). Um DW pode compreender centenas de *terabytes* de dados, todavia, um DM cifra-se nos 10 a 100 *gigabytes* (Cody et al., 2002, p. 698).

Os DMs podem ser independentes ou dependentes de um DW, consoante a arquitetura do DW (Ballard et al., 2006, p. 40). De acordo com Ballard (2006), existem três

abordagens arquiteturais para o armazenamento de dados, sendo estas determinadas pelos locais de controlo dos DWs e dos DMs e tendo as seguintes configurações:

- *Enterprise Data Warehouse (EDW)* – repositório de dados, onde estão logicamente centralizados sendo, por isso, também designados por *Hub and Spoke*. Neste tipo de arquitetura, os DMs não se encontram inseridos num DW (Ballard et al., 2006, pp. 58–59; Kimball & Caserta, 2004, pp. 25–27);
- *Independent Data Marts* – neste tipo de arquitetura os dados analíticos são organizados de forma a darem resposta às necessidades específicas de um determinado departamento. Sendo que não existe relação entre DMs, o que pode conduzir a resultados incoerentes (Ballard et al., 2006, pp. 59–60);
- *Dependent Data Marts* – os DMs são implementados em vários departamentos, existindo integração neste tipo de arquitetura, o que possibilita uma visão unificada dos dados (Ballard et al., 2006, p. 61).

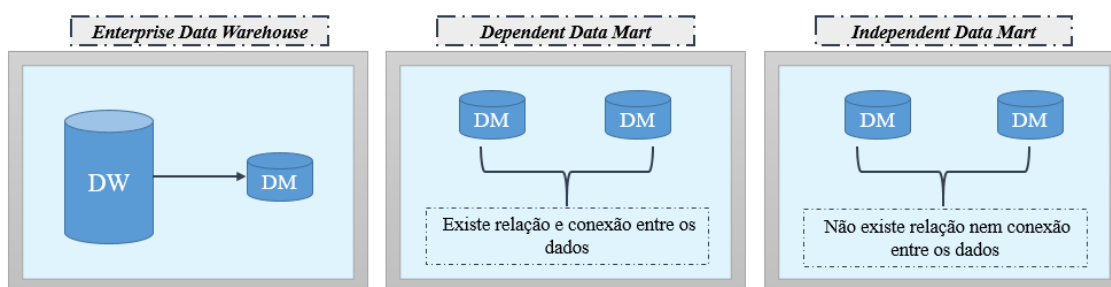


Figura 29 - Ilustração das três abordagens arquiteturais para armazenamento de dados

A arquitetura de um DW pode, ainda, ser implementada de acordo com diferentes abordagens de *design* (Vercellis, 2009, pp. 52–53):

- *Top-down* – esta metodologia fornece uma visualização dimensional altamente consistente de dados em DM, pois estes são carregados e extraídos do repositório central (DW), ou seja, numa primeira fase constrói-se o DW. Apesar deste tipo de implementação ser baseada no *design* geral do DW, esta implica um desenvolvimento demorado e riscos mais elevados no âmbito da cronologia de construção do projeto (Vercellis, 2009, p. 52);
- *Botton-up* – este *design* é definido por os dados serem inseridos nos vários DMs enviados para o DW, com a finalidade de construir um DW a partir de diversos

DMs. A integração pode tornar-se complicada visto que os DMs são independentes. Apesar desta metodologia ser mais rápida que a anterior carece da visão global de toda a arquitetura construída (Vercellis, 2009, p. 52);

- *Mixed* (combinação das duas anteriores) – esta metodologia mista é baseada no *design* geral do DW, realizando-se vários protótipos, implementando sequencialmente diferentes partes do sistema, consoante a necessidade das várias áreas de interesse. Esta abordagem é altamente prática e geralmente preferível, uma vez que permite que pequenas e controladas medidas sejam tomadas, tendo a imagem de toda a estrutura planeada (Vercellis, 2009, p. 53).

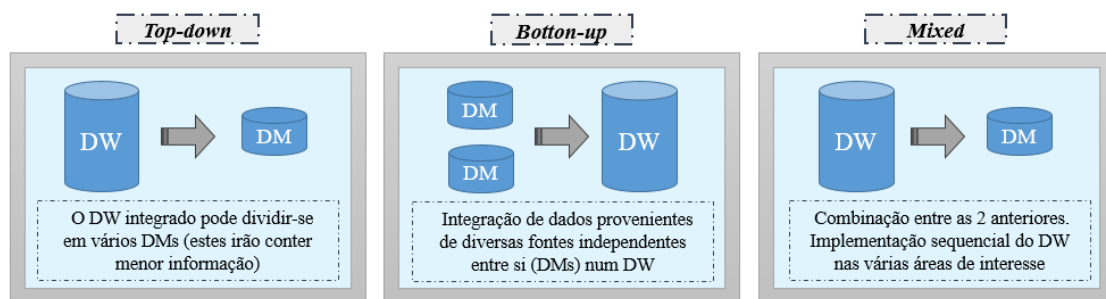


Figura 30 - Abordagens de *design* que a arquitetura de um DW pode ter

### **Termologia *Data Warehouse* vs *Data Mart***

O DM pode ser definido como uma versão mais especializada e específica de um DW. Sendo que o DW caracteriza a organização como um todo e não parte dela, o DM irá definir um determinado departamento ou seção da mesma, criando-se assim um repositório mais pequeno e específico de dados (Kimball & Caserta, 2004; Sezões et al., 2006b).

Na criação de um DM tem se em conta vários aspetos, nomeadamente: imperativos de performance, onde se separa um conjunto de dados do DW corporativo com vista a uma maior eficiência no seu tratamento e processamento; segurança onde ocorre a separação da informação autorizada para um determinado grupo de utilizadores da informação confidencial e; utilidade quando existe necessidade de haver um modelo de dados diferente do DW para uma finalidade de negócio diferente (Kimball & Caserta, 2004; Sezões et al., 2006b).

Um DM pode ser criado a partir de um DW existente ou de outras fontes, ou seja, um DW pode se subdividir em vários DM, como se pode observar na Figura 31. No entanto, é de realçar que a construção abusiva de DM poderá levar à inconsistência e/ou redundância da informação (por exemplo duplicação de dados), pelo que estes projetos deverão sempre ser analisados e justificados apropriadamente (Kimball & Caserta, 2004; Sezões et al., 2006b).

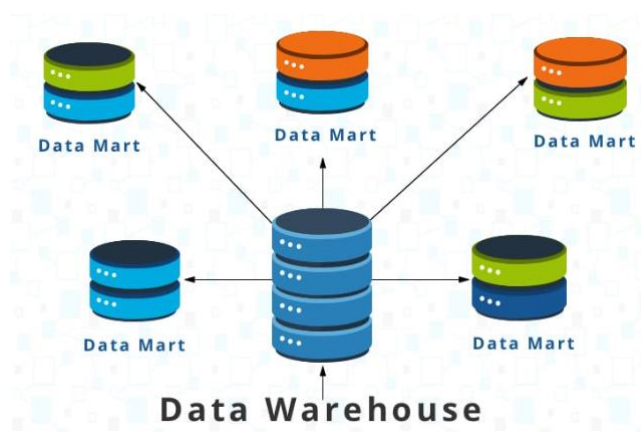


Figura 31 - Representação do DW a subdividir-se em vários DM (retirado de Pearlman (2020))

### Processo de *Extract-Transform-Load* (ETL)

Para ser possível transferir os dados dos sistemas, da fonte para o DW, é necessário recorrer ao processo de *Extract-Transform-Load* (ETL) (Kimball & Caserta, 2004; Kimball & Ross, 2011; Rainardi, 2008; Valacich & Schneider, 2017). Este processo corresponde a cerca de 70% do processo de implementação de um DW e visa não só à deteção e eliminação de erros nos dados, bem como a sua transformação e modelação de forma a assegurar a qualidade dos mesmos (Kimball & Caserta, 2004).

O objetivo do processo de ETL é, por um lado, congrega dados de diversas plataformas heterogéneas num formato estandardizado para a aplicação de BI final e, por outro, integrar e estandardizar esses mesmos dados. Desta forma, o planeamento deste passo é bastante mais moroso e complexo do que as fases de desenho da base de dados e do repositório dos Meta dados (descrição dos próprios dados, por exemplo: a sua estrutura, conteúdo, índices, entre outros) (W. H. Inmon, 2002; Sezões et al., 2006b, p. 51).

Mais pormenorizadamente, tem-se que as atividades executadas no âmbito de um processo de ETL referem-se às ferramentas de *software* dedicadas ao desempenho automático de três funções principais (W. H. Inmon, 2002; Kimball & Caserta, 2004; Rainardi, 2008; Sezões et al., 2006b; Vercellis, 2009):

- Extração de dados – inicialmente, os dados são extraídos das fontes internas e externas disponíveis, sendo que é possível fazer-se logo uma distinção lógica na extração inicial (*Initial extraction*). Posteriormente, pode ocorrer a alteração dos dados extraídos (*Changed data extraction*) onde podem ser adicionados mais relativamente ao sistema de origem ou os dados já existentes podem ser moldados e modificados. Esta etapa acontece consoante a periodicidade das atualizações e aquando as necessidades da organização. Sendo que a seleção dos dados a serem importados é baseada no tipo de *design* do DW, que por sua vez depende das informações necessárias para análises de inteligência de negócios e sistemas de suporte a decisões que operam em um domínio de aplicativo específico;
- Transformação dos dados – consiste em converter os dados em informação, sendo para isso aplicadas determinadas regras e funções aos dados extraídos, a fim da sua adequação. Desta forma, os dados serão “discriminados”, ou seja, ocorre a limpeza dos dados (*data cleansing*), a deteção de erros, a correção e a consolidação dos mesmos, com eliminação ou substituição de dados inconsistentes. Nesta etapa a manipulação dos dados torna-se bastante exigente e complexa, uma vez que é necessário realizar, por vezes, as seguintes tarefas: tradução de valores codificados; aplicação da transformação apenas a determinadas categorias de linhas e/ou colunas; fusão (*merging*) ou agregação dos dados. Em suma, o objetivo principal desta função é conferir aos dados as qualidades que um DW deve possuir, já mencionadas anteriormente (ser integrado, organizado por assunto, não volátil, variante no tempo e acessível);
- Carregamento dos dados – consiste em povoar, os dados extraídos e transformados num sistema de destino, nomeadamente, numa estrutura dimensional que pode consistir num DW ou no DM. Este sistema de destino é designado por Base de Dados Dimensional (*Dimensional Data Store*) e é o sítio onde é possível ocorrer a visualização dos dados e da sua modelação dimensional.

Na Figura 32 pode-se observar uma representação de todo o processo ETL de forma sucinta.

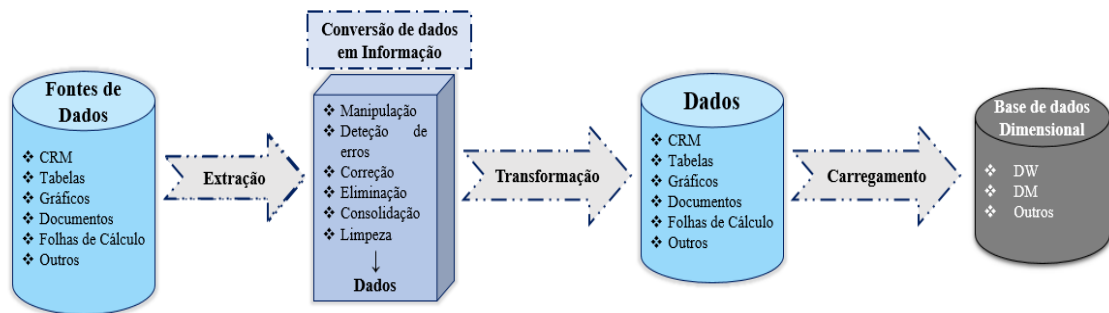


Figura 32 - Ilustração do Processo de Extração - Transformação - Carregamento

## **Modelagem Dimensional ou Multidimensional**

A modelação dimensional, também designada por modelação multidimensional, definida pela primeira vez por Kimball (1996), é uma técnica conceptual desenvolvida para projetar bases de dados para o desenvolvimento de um DW. O grande objetivo deste tipo de modelagem é criar uma estrutura de base de dados onde os utilizadores acedam e entendam com facilidade, de modo a otimizar o desempenho da consulta. A modelação dimensional pode ser conseguida através da implementação de cubos multidimensionais, esquemas em estrela, esquemas em constelação ou esquemas em floco de neve. Existem diversas funcionalidades que atendem às necessidades de informação de uma organização. No entanto o DW é uma forma organizada de representar os dados da instituição, sendo para isso é necessário haver ferramentas que facultem essa função. A tecnologia *On-Line Analytical Processing* (OLAP) é normalmente utilizada na conceção desse processo (Moody & Kortink, 2003a; Santos & Ramos, 2006).

### **Características do Esquema em Estrela**

O esquema mais comum da modelação dimensional é o esquema em estrela, visto que possui uma estrutura de fácil compreensão. Este pode ser visualizado como um “cubo”, onde cada uma das tabelas de dimensões do esquema em estrela corresponde a uma face. Este esquema é caracterizado por integrar uma tabela central, designada por tabela de factos (que forma o meio da estrela) onde está contido o maior volume de dados. À sua volta estão as tabelas de dimensão (que formam as pontas da estrela) que não são normalizadas e possuem conjuntos mais reduzidos de dados, conforme ilustrado na Figura 33 (Moody, 2003; Santos & Ramos, 2006).



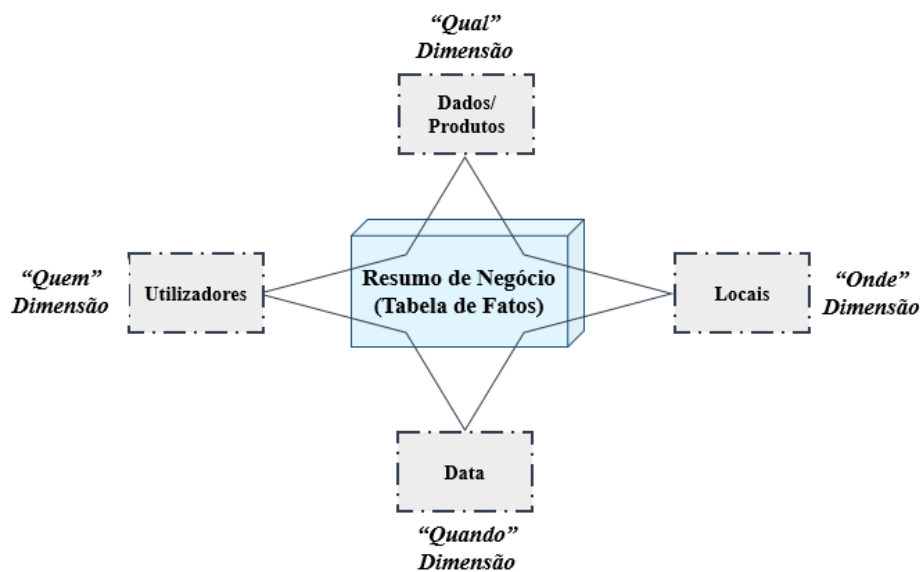


Figura 33 - Exemplo de um Esquema de Estrela (adaptado de Moody (2003))

Os esquemas em estrela podem ser vistos sob a forma de um cubo multidimensional, onde cada uma das faces representa uma dimensão do próprio esquema, coagindo a uma estrutura hierárquica dos dados, fornecendo assim uma maior capacidade de organização e análise dos mesmos através das ferramentas OLAP. O facto de existir uma hierarquia nos dados permite a simplificação da consulta dos mesmos, minimizando o número de tabelas e, portanto, o número de junções necessárias, otimizando todo o processo (Moody & Kortink, 2003a, 2003b; Santos & Ramos, 2006).

O termo “tabela de fatos” mencionado anteriormente refere-se ao conteúdo a ser analisado numa perspetiva do negócio, guardando todas as informações e dados decorrentes do processo desconhecidos previamente. Esta tabela integra um conjunto de atributos numéricos (factos) e um grupo de chaves estrangeiras, que irão relacionar a designada tabela de factos com as diversas dimensões que lhe estão associadas, encontrando-se normalizada. É nela que estão contidos a maior percentagem de dados. Os factos são, portanto, as descrições das características do negócio, conhecidos previamente e caracterizados por campos textuais (Ballard et al., 2006; Kimball, 1996; Santos & Ramos, 2006).

As designadas “tabelas de dimensão” guardam os atributos do negócio e podem ser utilizadas para restringir as pesquisas nas tabelas facto. Estas tabelas servem para dar

resposta às interrogações ilustradas (em cada ponta da estrela) na Figura 33, sendo constituídas por atributos, ou seja, linhas da tabela que apresentam diferentes restrições, facilitando a sua consulta e análise. Desta forma, não possuem nenhum número definido de dimensões e contêm uma quantidade bastante inferior de dados comparativamente com a tabela de factos (Kimball & Ross, 2011; Santos & Ramos, 2006).

### Características do Esquema em Constelação

O esquema em constelação pode ser visto como um conjunto de esquemas em estrela que detém múltiplas tabelas de factos que partilham as mesmas dimensões. Este esquema é caracterizado por ter uma normalização seletiva entre as suas dimensões, no qual os segmentos hierárquicos partilhados são separados em tabelas de subdimensão. Estas tabelas representam os fatores mais “comuns” entre cada dimensão. Este tipo de esquema é formado recolhendo entidades de classificação da parte superior de cada hierarquia até atingirem uma entidade de ramificação ou uma entidade de componente. Assim que uma entidade da ramificação é atingida, forma-se uma nova tabela de subdimensão. Todavia, quando se alcança uma entidade componente é formada uma nova tabela de dimensão. A Figura 34 representa um exemplo de um esquema de constelação onde está ilustrado todo o processo anteriormente referido (Moody & Kortink, 2003a; Santos & Ramos, 2006).

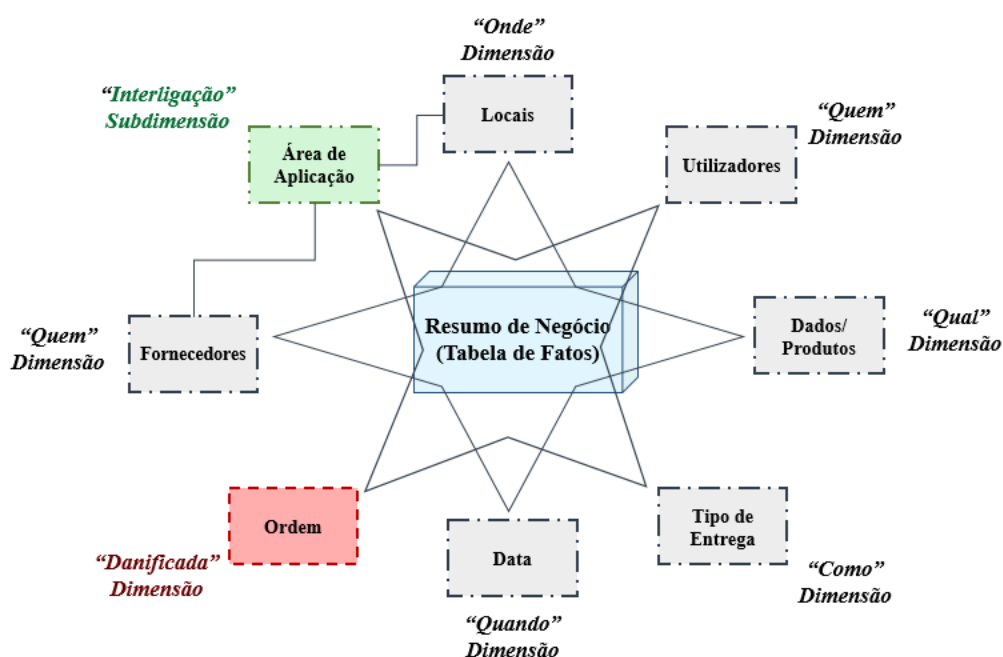


Figura 34 - Exemplo de um Esquema de Constelação ( adaptado Figure 3 Moody & Kortink, 2003b).

## Características do Esquema em Floco de Neve

Tendo como base de comparação o esquema em estrela, o esquema em floco de neve não apresenta uma estrutura regular e as dimensões são normalizadas. Desta forma, os "braços" do floco de neve podem crescer e evoluir arbitrariamente, contribuindo para a sua destruturação (as dimensões podem apresentar diferentes comprimentos, sendo possível ver uma representação deste esquema na Figura 35 (Moody & Kortink, 2003b)

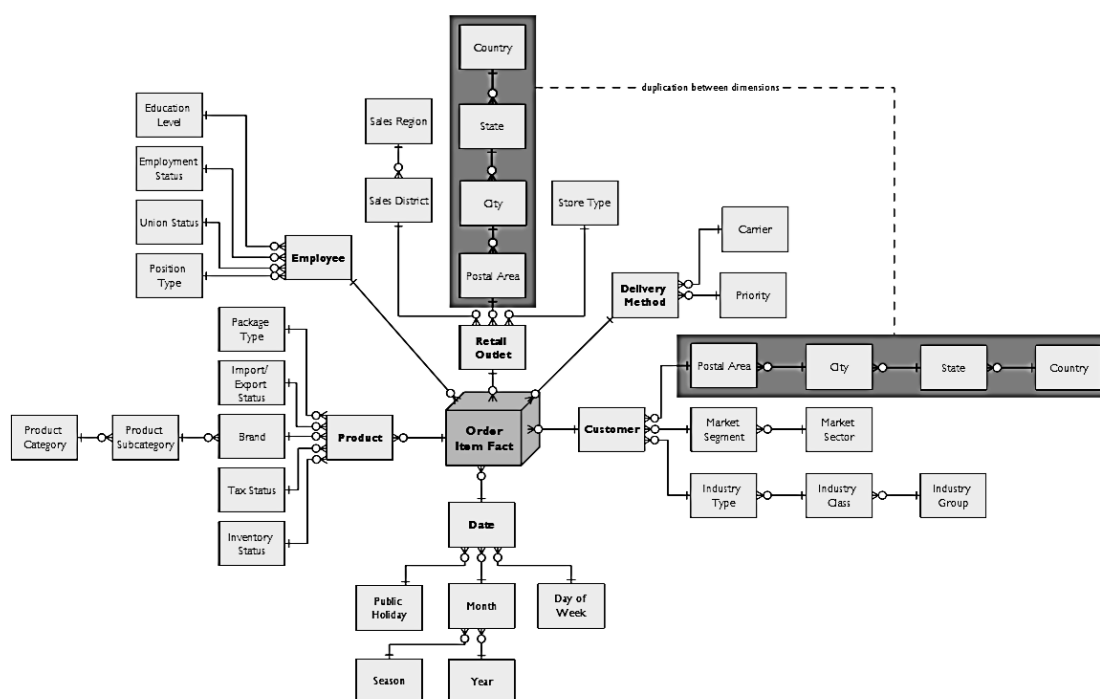


Figura 35 - Exemplo de um esquema de floco de neve (adaptado da Figure 1 de Moody e Kortink (2003))

O esquema de floco de neve também é constituído por uma tabela de factos e tabelas de dimensão. Este pode ser produzido a partir de um esquema em estrela normalizando cada tabela de dimensão. O design da tabela de factos é o mesmo que o do esquema em estrela. Contudo, as tabelas de dimensões são formadas por entidades componentes que não sofrem hierarquização (Kimball, 1996; Moody & Kortink, 2003b).

Uma vantagem da representação do esquema floco de neve é apresentar de forma clara a estrutura de cada uma das suas dimensões, facilitando assim a compreensão dos dados a analisar. Todavia, de acordo com Kimball (1996), a implementação deste esquema não é desejável, uma vez que apresenta diversas desvantagens relativamente ao esquema em estrela, nomeadamente apresentar uma grande complexidade, diminuindo o

desempenho da sua consulta e não reduzindo de forma substancial o espaço utilizado para armazenamento. O resultado de diversos testes empíricos revelou que o impacto no desempenho deste esquema depende ainda do DBMS (*Database Management System*) e / ou da ferramenta OLAP utilizada (Moody & Kortink, 2003b).

### **Ferramenta *On-line Analytical Processing* (OLAP)**

As ferramentas OLAP são caracterizadas pela criação e manipulação de cubos através de diversas funções, promovendo a análise de informação sob diversas perspectivas (Markowitz & Topaloglou, 2001; Santos & Ramos, 2006), sendo as operações deste tipo de ferramentas as seguintes:

- *Drill-down and drill-up* – A terminologia “*drilling*” significa analisar o assunto em diferentes níveis, de forma hierárquica. A função “*drill-down*” permite visualizar os dados de um modo geral para um modo mais detalhado, possibilitando uma melhor consulta dos mesmos. A função “*drill-up*” faz exatamente o contrário da anterior, permitindo que a visualização dos dados comece do mais detalhado para o mais geral (Ballard et al., 2006, pp. 90–91; Markowitz & Topaloglou, 2001);
- *Drill-across* – Esta ferramenta é utilizada quando se pretende passar um dos atributos dentro da mesma dimensão, de um grupo para outro. Por exemplo, na dimensão designada por “Tempo” está definida por ano, mês e dia. Esta ferramenta permite que o utilizador passe um atributo de ano para mês (Ballard et al., 2006, p. 92);
- *Roll-down and Roll-up* – Estas duas funções fornecem um agregado superior ou inferior a toda a dimensão num determinado nível de hierarquia. Desta forma, a ferramenta “*roll-down*” faz as mesmas funções do que a “*drill-down*” e a ferramenta “*roll-up*” executa o mesmo que a “*drill-up*” (Ballard et al., 2006, p. 93);
- *Slice and Dice* – Estas funções servem para delimitar a informação a ser visualizada, ou seja, circunscrever a quantidade de dados a analisar, utilizando para isso as funções de corte (*slide*) e de redução (*dice*). A primeira função serve para seleccionar um ou mais atributos de determinada dimensão, limitando-a aos dados que cumprem essa delineação. A segunda função possibilita a interligação de atributos de diferentes dimensões criando um subcubo com critérios

específicos de seleção (Ballard et al., 2006, pp. 87–88; Santos & Ramos, 2006; Valacich & Schneider, 2017);

- Pivot (*rotate*) – Esta função faculta a rotação dos eixos, possibilitando a permuta de linhas com colunas e vice-versa, fazendo com que haja diferentes visualizações para os mesmos dados (Ballard et al., 2006, p. 90; Santos & Ramos, 2006).



## Anexo D – Sistemas e Sensores da Unidade Naval

Tabela 19 - Sumário dos dados provenientes dos diversos sensores constituintes de uma unidade naval.

Sensor / Sistema	Sistemas constituintes	Dados Provenientes
GNSS	GPS; GLONASS; DGPS	❖ Posição GPS; ❖ Hora UTC; ❖ Velocidade.
RADAR	—	❖ Distância do alvo; ❖ Direção do alvo; ❖ Velocidade do alvo.
ECDIS	SENC; ENC	❖ Junção das informações dos outros sensores; ❖ Carta digital.
IBS	RADAR (ARPA); Agulhas Giroscópicas; Sistemas de Fixação de Posição; ECDIS; Visor <i>Conning</i> ; Sistema de Distribuição de Energia; Caixa de Direção; GMDSS	❖ Dados provenientes dos sistemas que o constituem.
AIS	—	❖ Identificação de outros navios; ❖ Seguimento de alvos; ❖ Características sobre os alvos/ contactos (localização atual, rumo, velocidade, entre outras).





## Anexo E – Descrição de Dados da Rede NMEA

Tabela 20 - Lista com a descrição dos dados da Rede NMEA.

Sigla	Designação	Nº Valores Possíveis	Descrição
<b>RAOSD</b>	Dados do próprio navio	10	<ol style="list-style-type: none"> <li>1. Proa Verdadeira</li> <li>2. Modo (A = Dados Válidos, V = Inválido)</li> <li>3. Rumo do navio (verdadeiro)</li> <li>4. Referência do Rumo (B / M / W / R / P)</li> <li>5. Velocidade do navio</li> <li>6. Referência de velocidade (B / M / W / R / P)</li> <li>7. Direção graus da corrente (verdadeiro)</li> <li>8. Velocidade da corrente</li> <li>9. Unidades da velocidade (K / N / S)</li> <li>10. Soma de verificação</li> </ol>
<b>RATTM</b>	Mensagem com seguimento do destino	16	<ol style="list-style-type: none"> <li>1. Nº do alvo (0-99)</li> <li>2. Distância alvo</li> <li>3. Azimute do alvo ao navio</li> <li>4. Tipo de Azimute (T= Verdadeiro, R= Relativo)</li> <li>5. Velocidade do alvo</li> <li>6. Rumo do Alvo</li> <li>7. Tipo de Rumo (T= Verdadeiro, R= Relativo)</li> <li>8. Distância do ponto de aproximação mais próximo (CPA)</li> <li>9. Tempo até o ponto de aproximação mais próximo "-" significa aumentar (TCPA)</li> <li>10. Unidades de velocidade e distância (K/ N)</li> <li>11. Nome do alvo</li> </ol>

			12. Modo do alvo 13. Alvo de referência 14. UTC de dados 15. Tipo (A = Automático, M = Manual, R = Relatado) 16. Soma de verificação
<b>WIMWV</b>	Velocidade e ângulo do vento	6	1. Ângulo de vento, 0 a 359 graus 2. Referência, R = Relativo, T = Verdadeiro 3. Velocidade do vento 4. Unidades de velocidade do vento, K / M / N 5. Modo, A = Dados Válidos, V = Inválido 6. Soma de verificação
<b>WIXDR</b>	Medição do transmissor	4 - n	1. Tipo de transmissor 2. Dados de medição 3. Unidades de medida 4. Nome do transmissor
<b>GPZDA</b>	Hora e Data - UTC, dia, mês, ano e fuso horário local	7	1. Hora UTC (horas, minutos, segundos, pode ter subsegundos fracionários) 2. Dia (01 a 31) 3. Mês (01 a 12) 4. Ano (4 dígitos) 5. Descrição da zona local (00 a + - 13 horas) 6. UTC Local (descrição dos minutos da zona local, 00 a 59, aplica o mesmo sinal que o horário local) 7. Soma de verificação
<b>GPGGA</b>	Dados de correção do sistema GPS	15	1. UTC 2. Latitude 3. N ou S (norte ou sul)

			<p>4. Longitude</p> <p>5. E ou W (leste ou oeste)</p> <p>6. Indicador de qualidade do GPS (não nulo)</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>▪ 0 - Correção não disponível,</li> <li>▪ 1 - GPS <i>fix</i>,</li> <li>▪ 2 - Correção diferencial do GPS (valores acima de 2 são recursos 2.3)</li> <li>▪ 3 - Correção do PPS</li> <li>▪ 4 - Cinemático em Tempo Real</li> <li>▪ 5 - RTK flutuante</li> <li>▪ 6 - Estimado (cálculo de mortos)</li> <li>▪ 7 - Modo de entrada manual</li> <li>▪ 8 - Modo de simulação</li> </ul> <p>7. N° de satélites em uso (00 – 12)</p> <p>8. HDOP- Diluição horizontal de precisão (metros)</p> <p>9. Altitude da antena acima / abaixo do nível médio do mar (geoide) (em metros)</p> <p>10. Unidades de altitude da antena (metros)</p> <p>11. Separação geoidal (diferença entre o elipsoide terrestre WGS-84 e o nível médio do mar (geoide), "-" significa o nível médio do mar abaixo do elipsoide)</p> <p>12. Unidades de separação geoidal (metros)</p> <p>13. Idade dos dados diferenciais do GPS (tempo em segundos desde a última atualização do tipo SC104 1 ou 9, campo nulo quando o DGPS não é usado)</p> <p>14. ID da estação de referência diferencial (0000-1023)</p> <p>15. Soma de verificação</p>
<b>GPGSV</b>	Satélites	7 - n	<p>1. N° total de sentenças GSV a serem transmitidas neste grupo</p> <p>2. N° da sentença (1-9 )</p>

			3. N° total de satélites em exibição (zeros à esquerda enviados) 4. N° de identificação do satélite (zeros à esquerda enviados) 5. Elevação em graus (-90 a 90) (zeros à esquerda enviados) 6. Azimute em graus para o Norte verdadeiro (000 a 359) (zeros à esquerda enviados) 7. SNR em dB (00-99) (zeros à esquerda enviados) mais informações de satélite quadruplicam como 4-7 n) 8. Soma de verificação
<b>GPVTG</b>	Velocidade de superfície e seguimento	10	1. Rumo Verdadeiro 2. T = Verdadeiro 3. Rumo Magnético 4. M = Magnético 5. Velocidade sobre o solo (nós) 6. Unidades (N = Nós) 7. Velocidade sobre o solo (km / h) 8. Unidades (K = km/h) 9. Indicador de modo FAA 10. Soma de verificação
<b>GPGNS</b>	Correção de dados	14	1. UTC da posição 2. Latitude 3. N ou S ( Norte ou Sul) 4. Longitude 5. W ou E ( Oeste ou Este) 6. Indicador de modo (não nulo) <ul style="list-style-type: none"> <li>▪ A = Autônomo (não diferencial)</li> <li>▪ D = modo diferencial</li> <li>▪ E = Modo estimado (acerto de contas)</li> </ul>

			<ul style="list-style-type: none"> <li>▪ F = RTK flutuante</li> <li>▪ M = Modo de entrada manual</li> <li>▪ N = Constelação não está em uso ou nenhuma correção válida</li> <li>▪ P = Preciso (sem degradação, como disponibilidade seletiva e contratações)</li> <li>▪ R = RTK Inteiro</li> <li>▪ S = Modo Simulador</li> </ul> <p>7. N° total de satélites em uso (00-99)</p> <p>8. HDOP - Diluição Horizontal de Precisão</p> <p>9. Altitude da antena (em metros, referência nível médio do mar (geoide)).</p> <p>10. Medidores de separação Geoidal</p> <p>11. Idade dos dados diferenciais</p> <p>12. ID da estação de referência diferencial</p> <p>13. Modo de navegação (S = Seguro C = Cuidado U = Inseguro V = Não é válido para navegação)</p> <p>14. Soma de verificação</p>
<b>GPD TM</b>	Referência do <i>datum</i>	9	<p>1. Código de referência local</p> <p>2. Subcódigo de referência local (pode estar em branco)</p> <p>3. Deslocamento da latitude (minutos)</p> <p>4. N ou S</p> <p>5. Deslocamento da longitude (minutos)</p> <p>6. E ou W</p> <p>7. Deslocamento da altitude (metros)</p> <p>8. <i>Datum</i> (o que aparece nos dados é "W84", o dado WGS84 padrão usado pelo GPS)</p> <p>9. Soma de verificação.</p>
<b>GPGSA</b>	GPS e satélites ativos	18	<p>1. Modo de seleção (M = Manual, forçado a operar em 2D ou 3D, A = Automático, 2D / 3D)</p>

			<p>2. Modo (1 = sem correção, 2 = correção 2D, 3 = correção 3D)</p> <p>3. ao 14. ID do 1º ao 12º satélite usado para correção, respetivamente</p> <p>15. PDOP - Diluição da Precisão da Posição (3D)</p> <p>16. HDOP - Diluição da Posição Horizontal</p> <p>17. VDOP - Diluição da Precisão Vertical</p> <p>18. Soma de verificação</p>
<b>GPGLL</b>	Posição geográfica - Latitude / Longitude	8	<p>1. Latitude</p> <p>2. N ou S (Norte ou Sul)</p> <p>3. Longitude</p> <p>4. E ou W (Oeste ou Este)</p> <p>5. UTC da posição</p> <p>6. Modo (A – Dados válidos, V – Dados inválidos)</p> <p>7. Indicador de modo FAA</p> <p>8. Soma de verificação</p>

**Fonte:** Betke, 2000; NMEA Revealed, acedido a 30/06/2020.

Tabela 21 - Lista com a representação do formato dos dados da Rede NMEA

Sigla	Tamanho dos Dados
<b>RAOSD</b>	<pre> 1 2 3 4 5 6 7 8 9 10                     \$ - OSD, xx, A, xx, a, xx, a, xx, xx, a * hh &lt;CR&gt; &lt;LF&gt; </pre>
<b>RATTM</b>	<pre> 11 13 16 1 2 3 4 5 6 7 8 9 10   12 14 15                         \$ - TTM, xx, xx, xx, a, xx, xx, a, xx, xx, a, c - c, a, a, hhmmss.ss, a * hh &lt;CR&gt; &lt;LF&gt; </pre>
<b>WIMWV</b>	<pre> 1 2 3 4 5           \$ - MWV, xx, a, xx, a * hh &lt;CR&gt; &lt;LF&gt; </pre>
<b>WIXDR</b>	<pre> 1 2 3 4 n           \$ - XDR, a, xx, a, c - c, ..... * hh &lt;CR&gt; &lt;LF&gt; </pre>
<b>GPZDA</b>	<pre> 1 2 3 4 5 6 7               \$ - ZDA, hhmmss.ss, xx, xx, xxxx, xx, xx * hh &lt;CR&gt; &lt;LF&gt; </pre>
<b>GPGGA</b>	<pre> 11 1      2      3 4      5 6 7 8      9 10   12 13 14 15   \$--GGA,hhmmss.ss,llll.ll,a,yyyy.yy,a,x,xx,x.x,x.x,M,x.x,M,x.x,xxxx*hh </pre>

<b>GPGSV</b>	<div> <div> 1 2 3 4 5 6 7 n                 </div> \$--GSV,x,x,x,x,x,x,x,...*hh&lt;CR&gt;&lt;LF&gt; </div>
<b>GPVTG</b>	<div> <div> 1 2 3 4 5 6 7 8 9 10                   </div> \$--VTG,x.x,T,x.x,M,x.x,N,x.x,K,m,*hh&lt;CR&gt;&lt;LF&gt; </div>
<b>GPGNS</b>	<div> <div> 1 2 3 4 5 6 7 8 9 10 11 12 13                   </div> \$--GNS,hhmmss.ss,llll.ll,a,yyyy.yy,a,c--c,xx,x.x,x.x,x.x,x.x,x.x*hh </div>
<b>GPDTM</b>	<div> <div> 1 2 3 4 5 6 7 8 9               </div> \$--DTM,ref,x,llll,c,llll,c,aaa,ref*hh&lt;CR&gt;&lt;LF&gt; </div>
<b>GPGSA</b>	<div> <div> 1 2 3 14 15 16 17 18             </div> \$--GSA,a,a,x*hh </div>
<b>GPGLL</b>	<div> <div> 1 2 3 4 5 6 7 8             </div> \$--GLL,llll.ll,a,yyyy.yy,a,hhmmss.ss,a,m,*hh&lt;CR&gt;&lt;LF&gt; </div>

**Fonte:** Betke, 2000; NMEA Revealed, acedido a 30/06/2020.



## **Apêndices**

A – Descrição dos Diversos Níveis Constituintes do CS

B – Fusão de Dados nos Seres Humanos nos Sensores

C – Conceitos Fundamentais sobre *Business Intelligence*

D – Sistemas e Sensores da Unidade Naval

E – Descrição de Dados da Rede NMEA



## Apêndice A – Amostra dos Dados para Carregar o BI

Tabela 22 - Amostra das primeiras 4 linhas de dados

Cod_ID	Latitude	Longitude	Data	Hora	Fuso	Valor
1	38.40.14	009.05.76	20.03.2019	10:03:00	1	7,5
2	38.40.14	009.05.76	20.03.2019	10:03:00	1	67,5
3	38.40.14	009.05.76	20.03.2019	10:03:00	1	69,4
4	38.40.14	009.05.76	20.03.2019	10:03:00	1	77

Descricao	Cod_Detalhe	Cod_Referencia	Cod_Evento	Cod_Fonte	Cod_Missao
				3	2
				1	2
				9	2
		1	1	1	2

Cod_Velocidade	Cod_Proa	Cod_Profundidade	Cod_Local	Cod_Natureza
		1	1	2
	1		1	2
	2		1	2
			1	2

Cod_Relacao	Cod_Fenomeno	Cod_Bordo
1		
1		
1		
1		



## Apêndice B – Código utilizado na construção do sistema de BI

### Criação das colunas nas tabelas das Dimensões

```
/* Selecionar as primeiras 1000 linhas de dados das colunas [Cod_Detalhe] e
[Descricao_Detalhe] da dimensão [Dim_Detalhe_Planeamento]

SELECT TOP (1000) [Cod_Detalhe]
                ,[Descricao_Detalhe]
                FROM [Tese A].[dbo].[Dim_Detalhe_Planeamento]

/* Inserir na dimensão [Dim_Detalhe_Planeamento], nas colunas [Cod_Detalhe] e
[Descricao_Detalhe] as seguintes linhas:

insert into [dbo].[Dim_Detalhe_Planeamento] ([Cod_Detalhe], [Descricao_Detalhe])
values (1, 'WP'), (2, 'Fim Planeamento'), (3, 'MG');

/* Apagar da dimensão [Dim_Detalhe_Planeamento] a linha onde a coluna
[Cod_Detalhe] é igual a 1

delete from [dbo].[Dim_Detalhe_Planeamento] where [Cod_Detalhe]=1;

/* Selecionar as primeiras 1000 linhas de dados das colunas [Cod_Bordo] e
[Descricao_AF] da dimensão [Dim_Bordo_AF]

SELECT TOP (1000) [Cod_Bordo]
                ,[Descricao_AF]
                FROM [Tese A].[dbo].[Dim_Bordo_AF]

/* Inserir na dimensão [Dim_Bordo_AF], nas colunas [Cod_Bordo] e [Descricao_AF]
as seguintes linhas:

insert into [dbo].[Dim_Bordo_AF] ([Cod_Bordo], [Descricao_AF]) values
(1, 'Estibordo (EB)'), (2, 'Bombordo (BB)');

O mesmo processo para a criação das restantes dimensões.
```

### Alteração dos valores da coluna da Latitude para números negativos

```
update [dbo].[TabFactos_Eventos] set [Latitude] = [Latitude] * (-1)
```

### Importação dos dados para a Tabela de Factos

```
/* Inicialmente verifica-se que a tabela [TabFactos_Eventos] encontra-se vazia e
para isso apaga-se todos os dados da mesma
delete from [dbo].[TabFactos_Eventos];

/* De seguida verifica-se que a identidade da tabela [TabFactos_Eventos] está
ligada, ou seja, em modo ON
SET IDENTITY_INSERT [dbo].[TabFactos_Eventos] ON
```

/\* Por fim insere-se os dados pretendidos na tabela [TabFactos\_Eventos]. Deve se ter atenção que a ordem colocada no comando “insert into” deve ser igual à ordem colocada no comando “select”.

```
insert into [dbo].TabFactos_Eventos
(
    [Cod_ID],
    [Latitude],
    [Longitude],
    [Data_Hora],
    [Fuso],
    [Valor],
    [Tempo],
    [Cod_Evento],
    [Cod_Missao],
    [Cod_Profundidade],
    [Cod_Proa],
    [Cod_Velocidade],
    [Cod_Fonte],
    [Cod_Referencia],
    [Cod_Local],
    [Cod_Natureza],
    [Cod_Relacao],
    [Cod_Detalhe],
    [Cod_Fenomeno],
    [Cod_Bordo]
)
select [Cod_ID], [Latitude], [Longitude], [Data_Hora], [Fuso], [Valor],
[Tempo], [Cod_Evento], [Cod_Missao], [Cod_Profundidade], [Cod_Proa],
[Cod_Velocidade], [Cod_Fonte], [Cod_Referencia], [Cod_Local], [Cod_Natureza],
[Cod_Relacao], [Cod_Detalhe], [Cod_Fenomeno], [Cod_Bordo]
from [dbo].[Dados Finais2]

/* Para confirmar que os dados pretendidos foram todos inseridos pede-se para
selecionar as primeiras 1000 linhas da tabela [TabFactos_Eventos]
select top (1000) [dbo].[TabFactos_Eventos]
```

Apêndice C – Relatórios criados no *Power BI*

Questões que podem ser respondidas pelo sistema

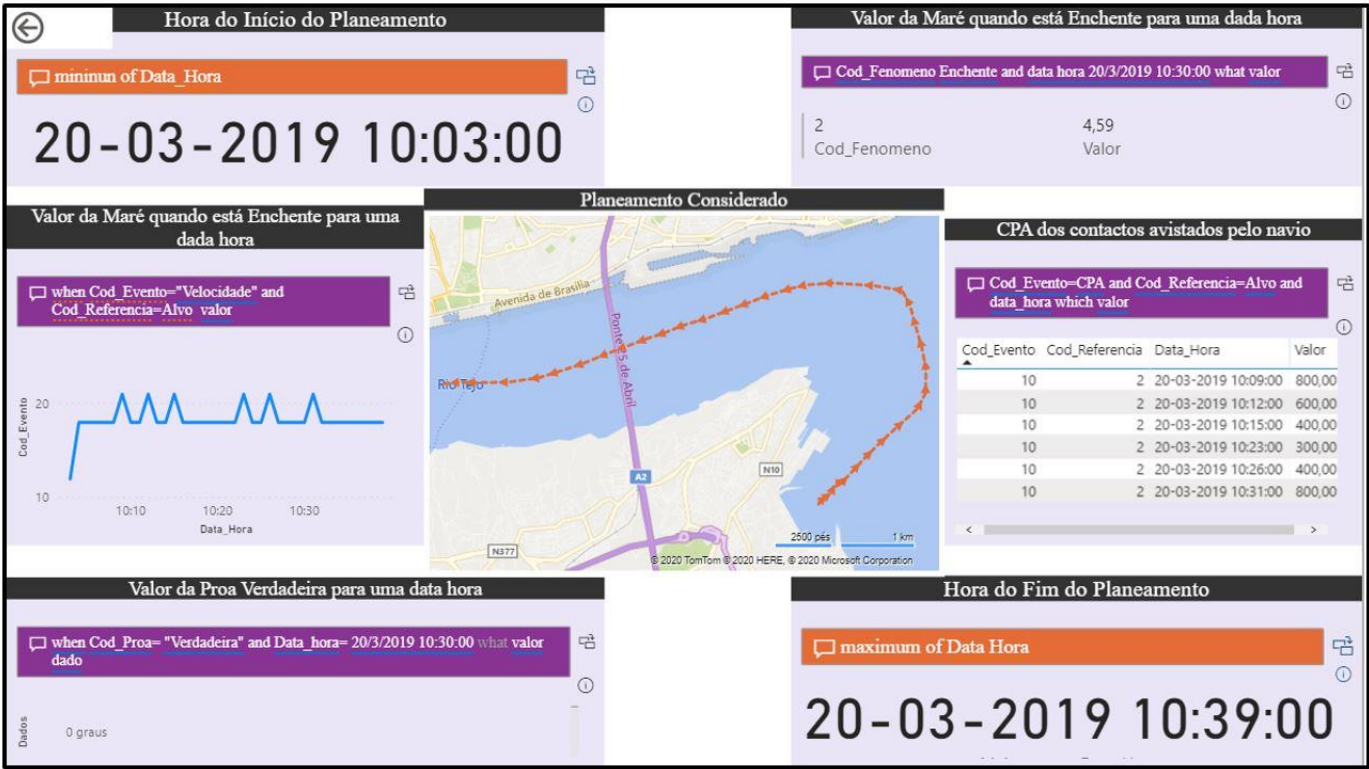


Figura 36 - Relatório Número 1

Mapa com os dados relativos ao panorama geral

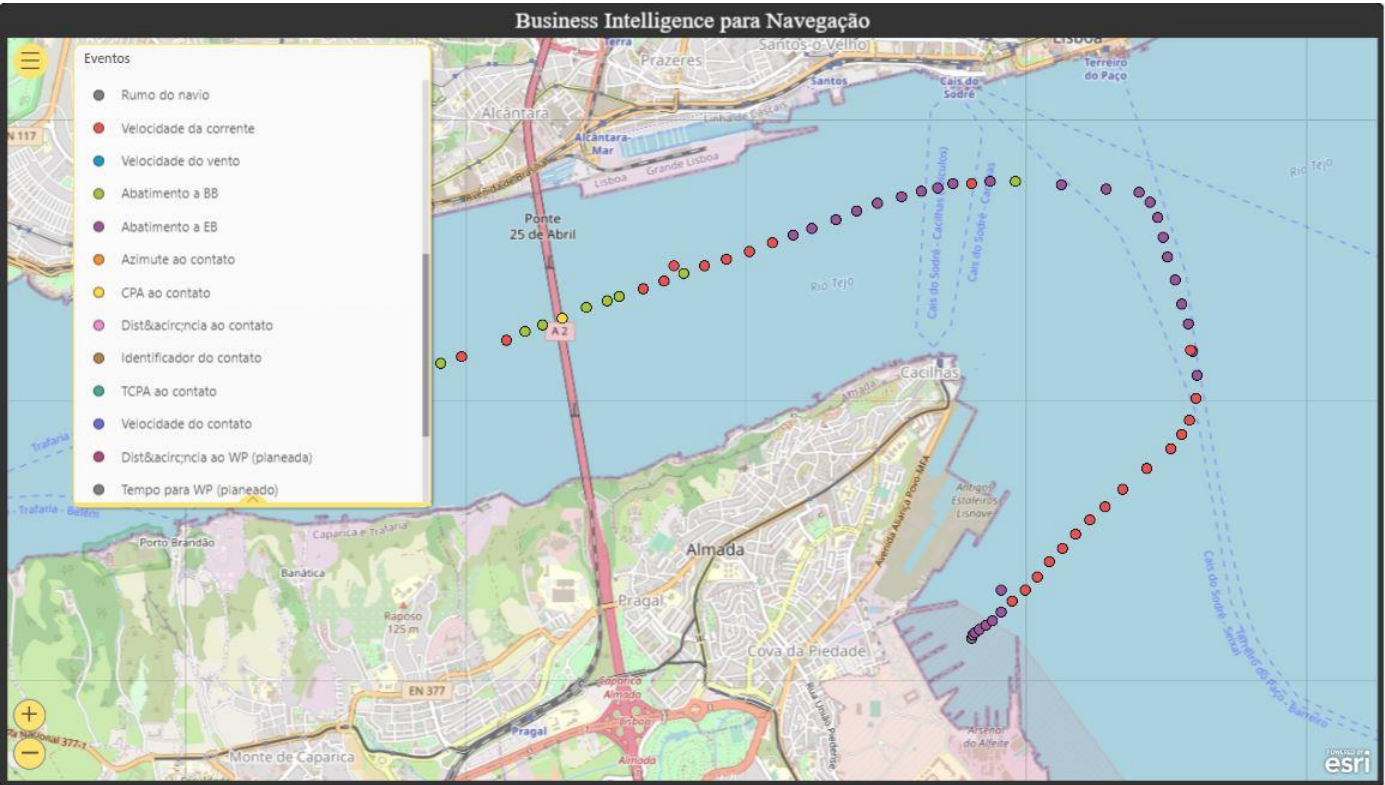


Figura 37 - Relatório Número 2

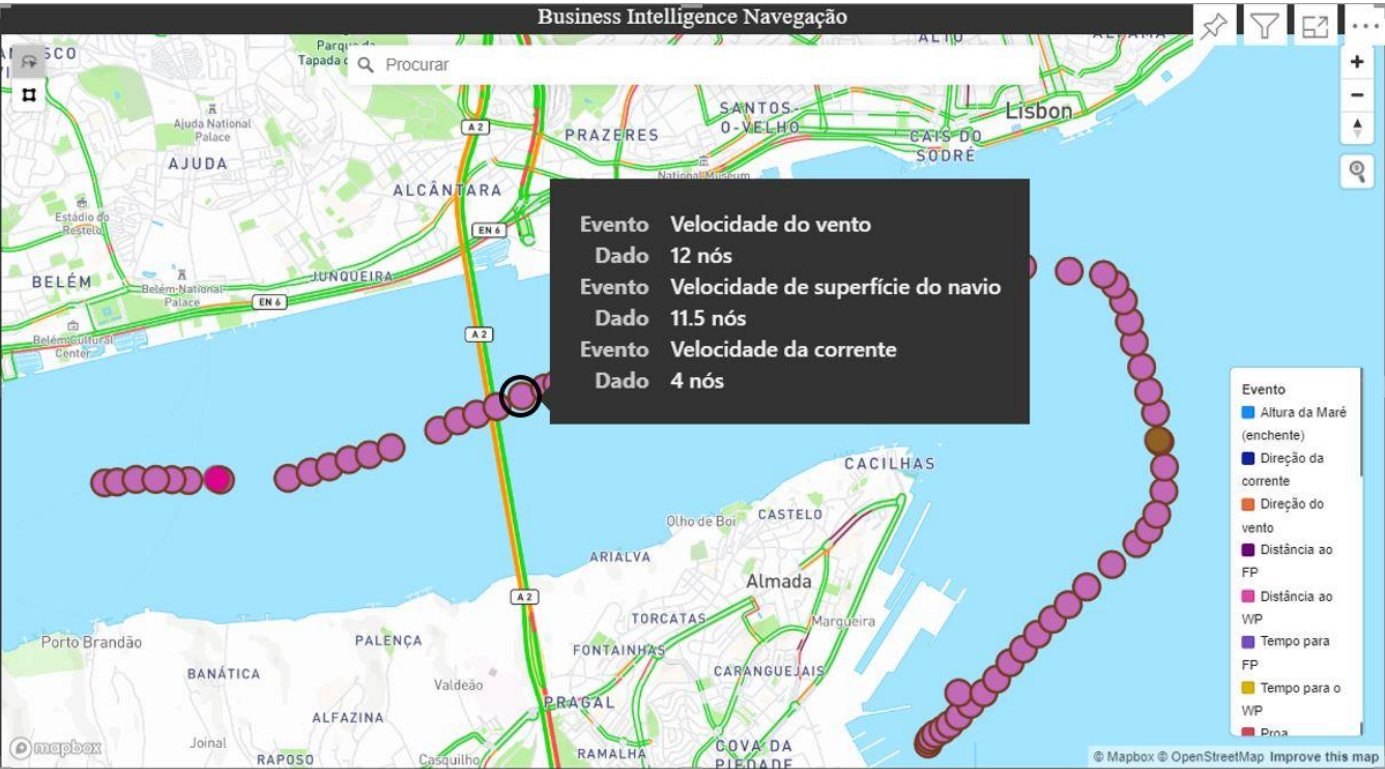


Figura 38 - Relatório Número 3



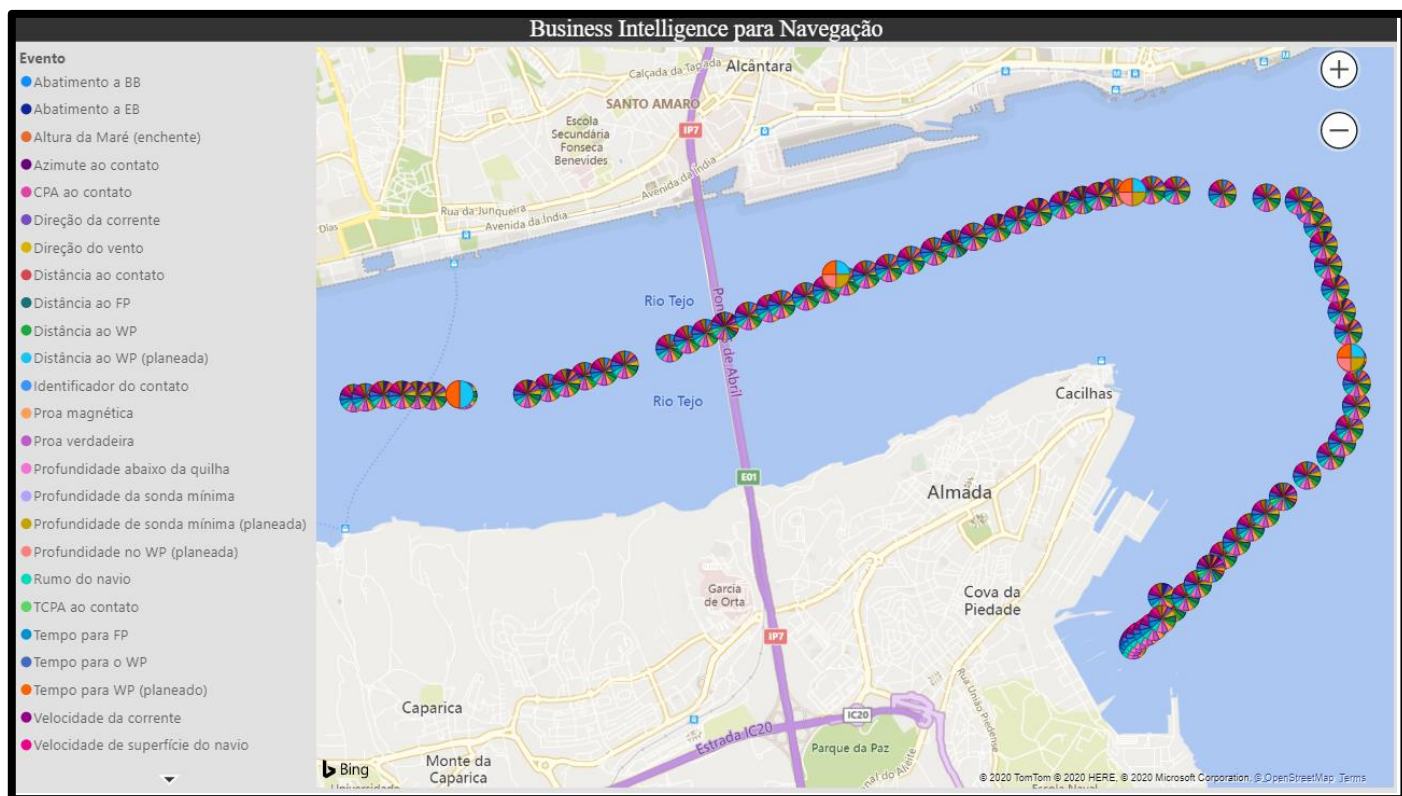


Figura 39 - Relatório Número 4

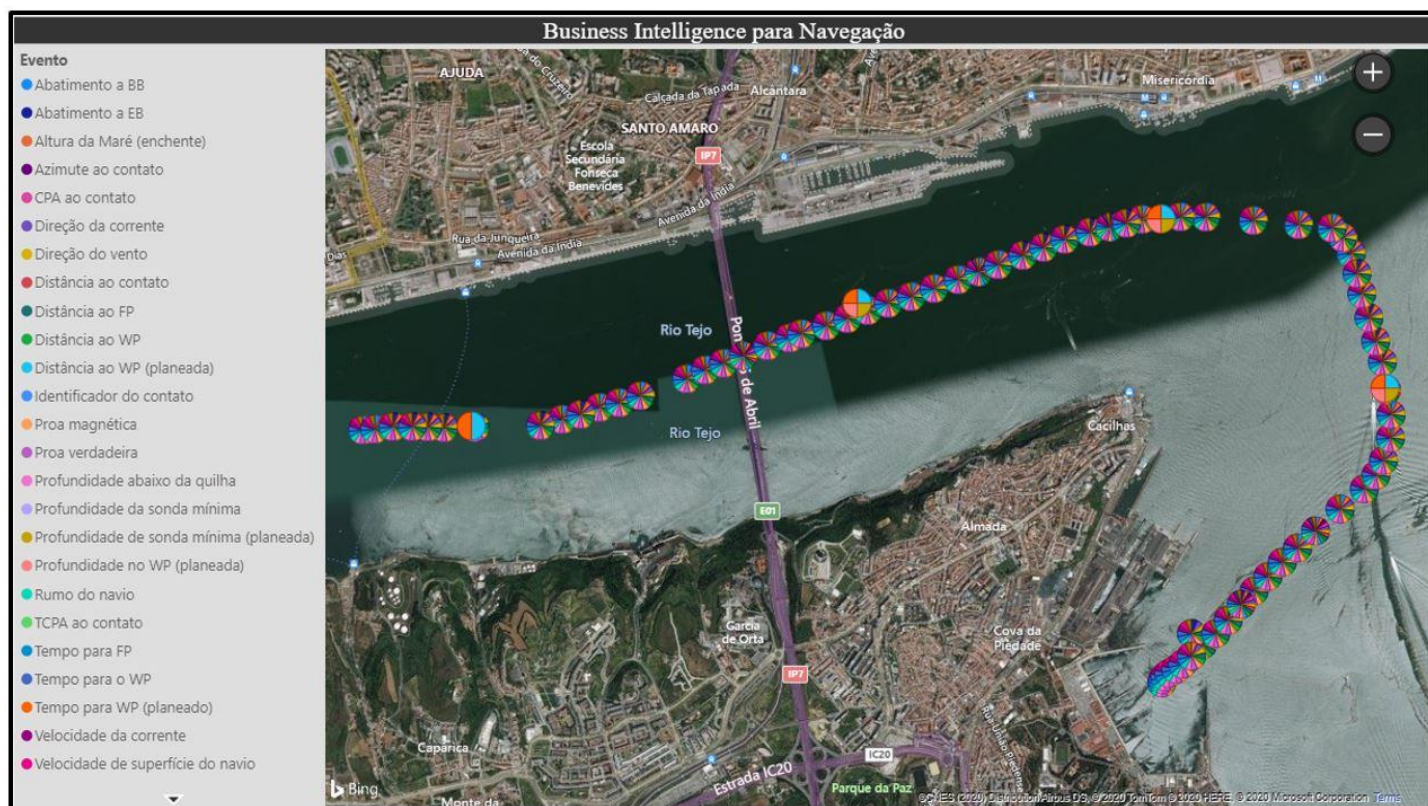


Figura 40 - Relatório Número 5

## Mapa com dados relativos a um Específico Evento

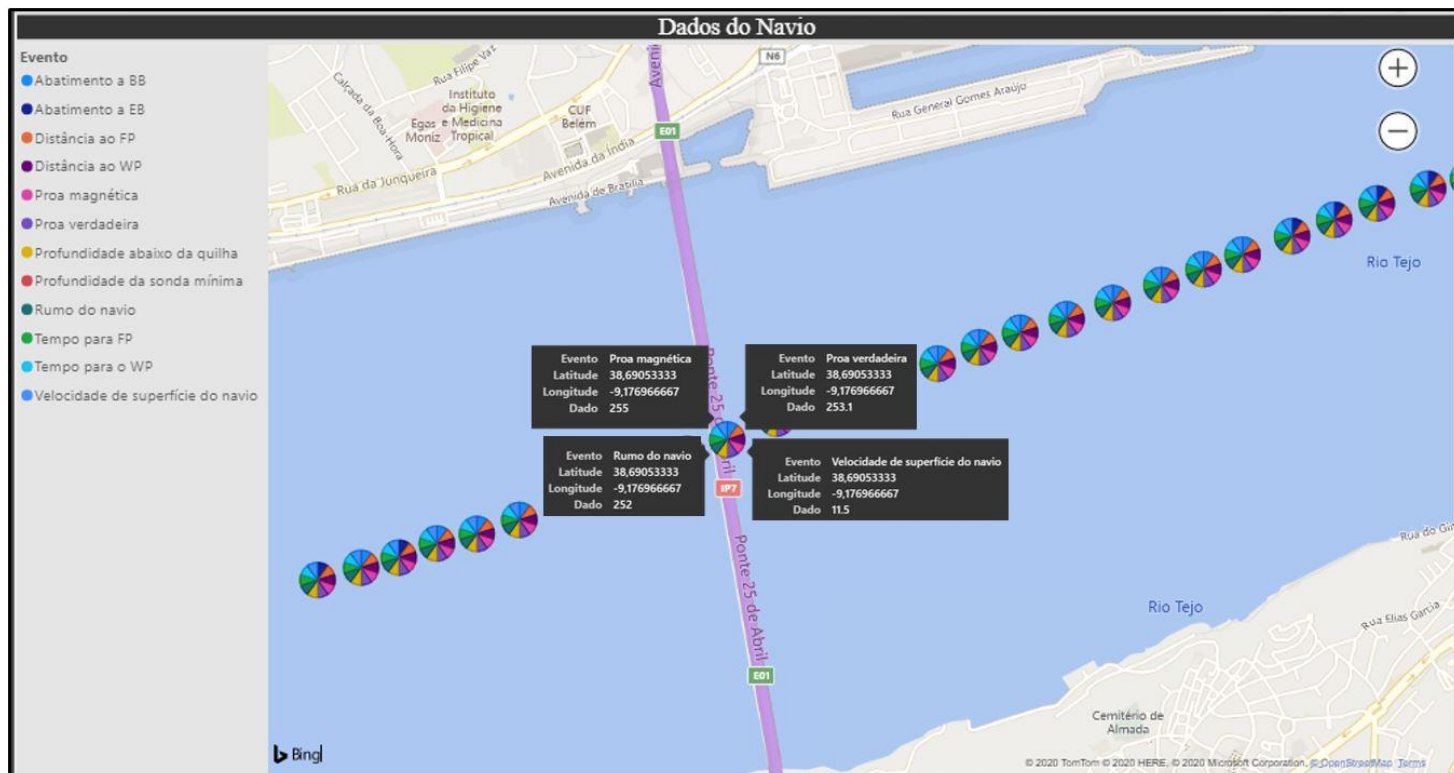


Figura 41 - Relatório Número 6

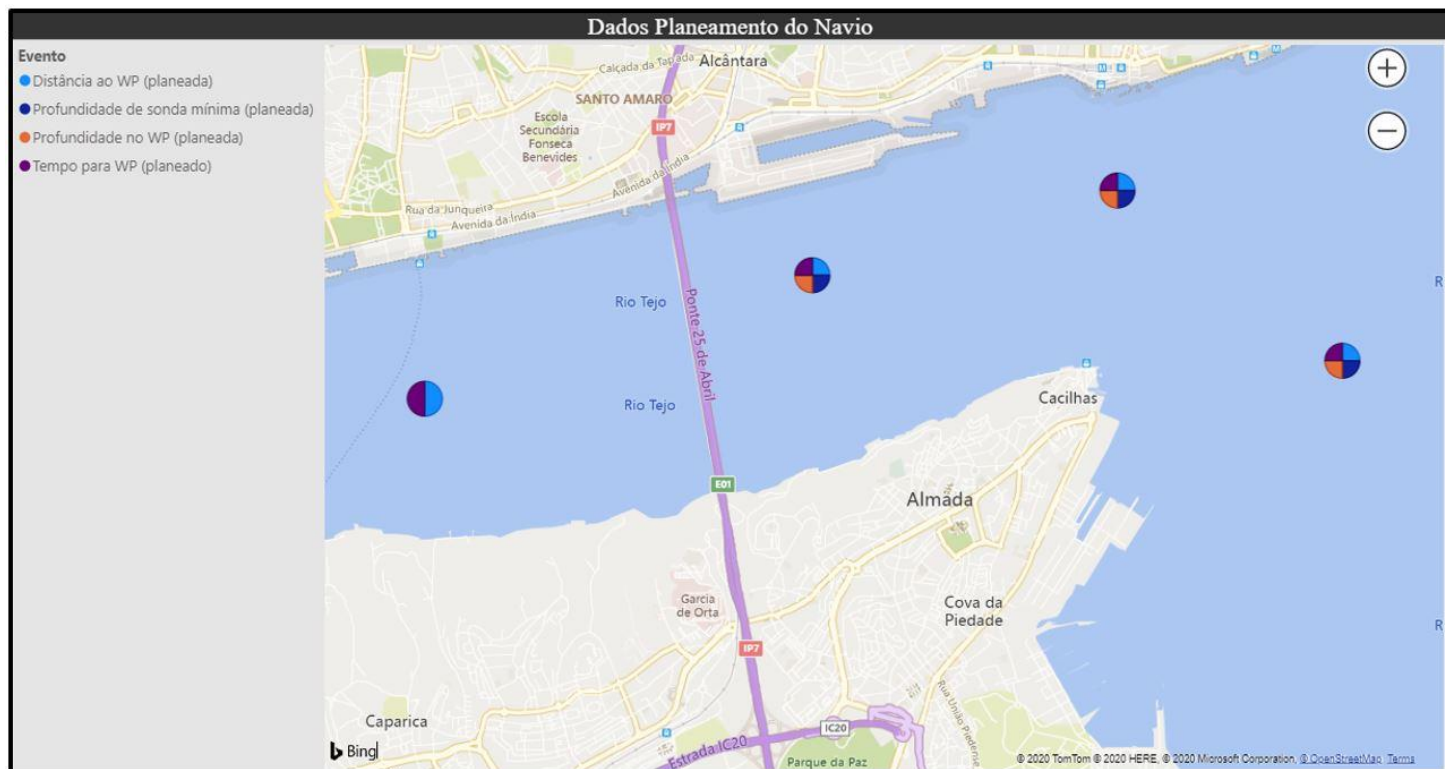


Figura 42 - Relatório Número 7



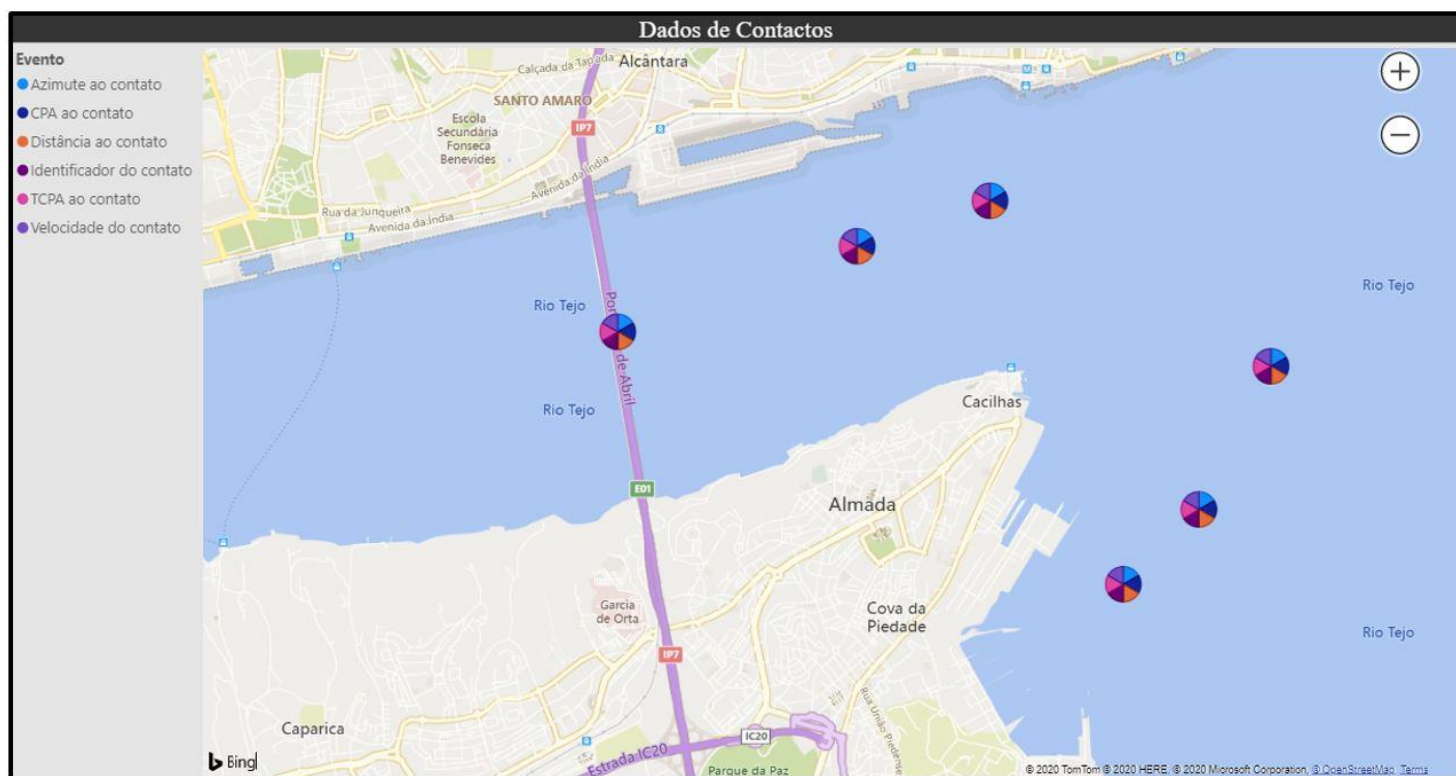


Figura 43 - Relatório Número 8

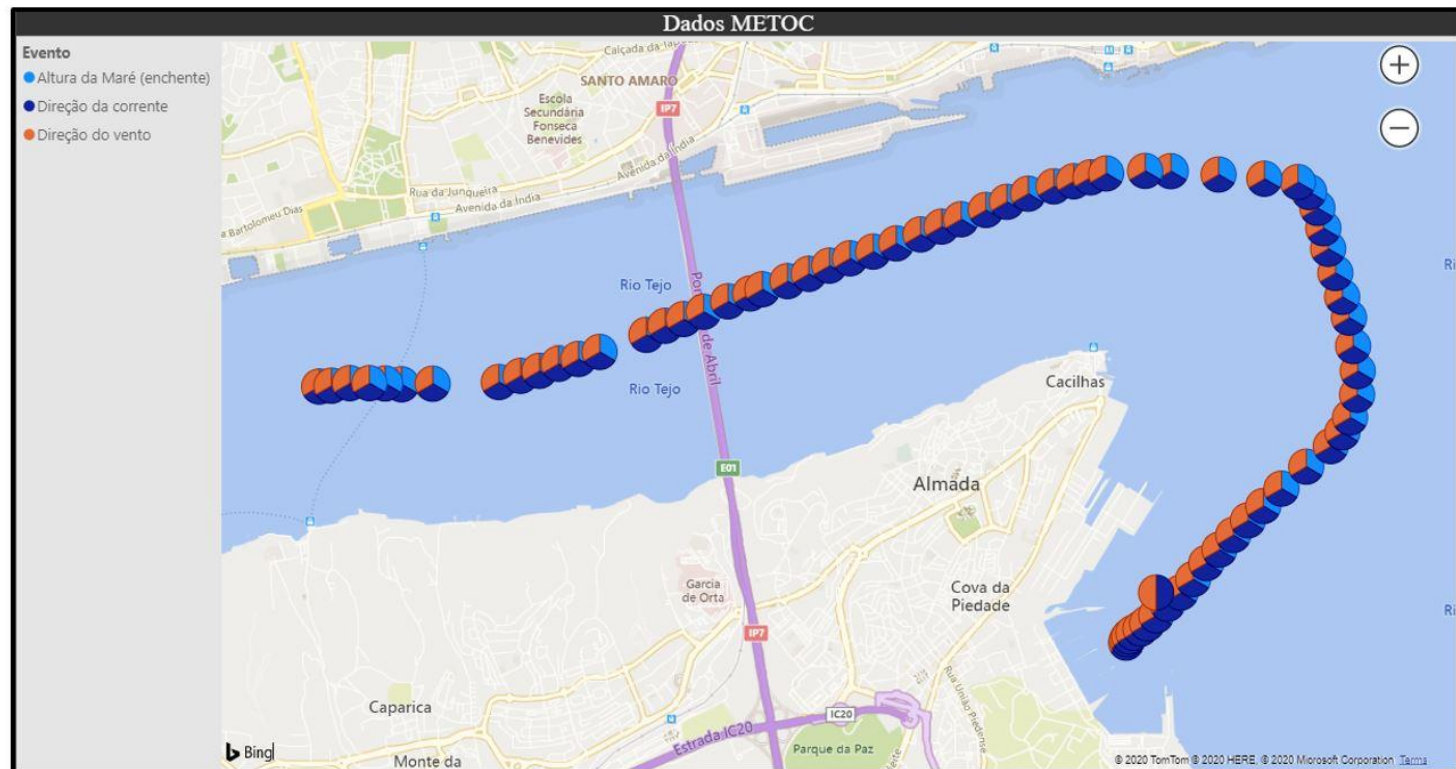


Figura 44 - Relatório Número 9

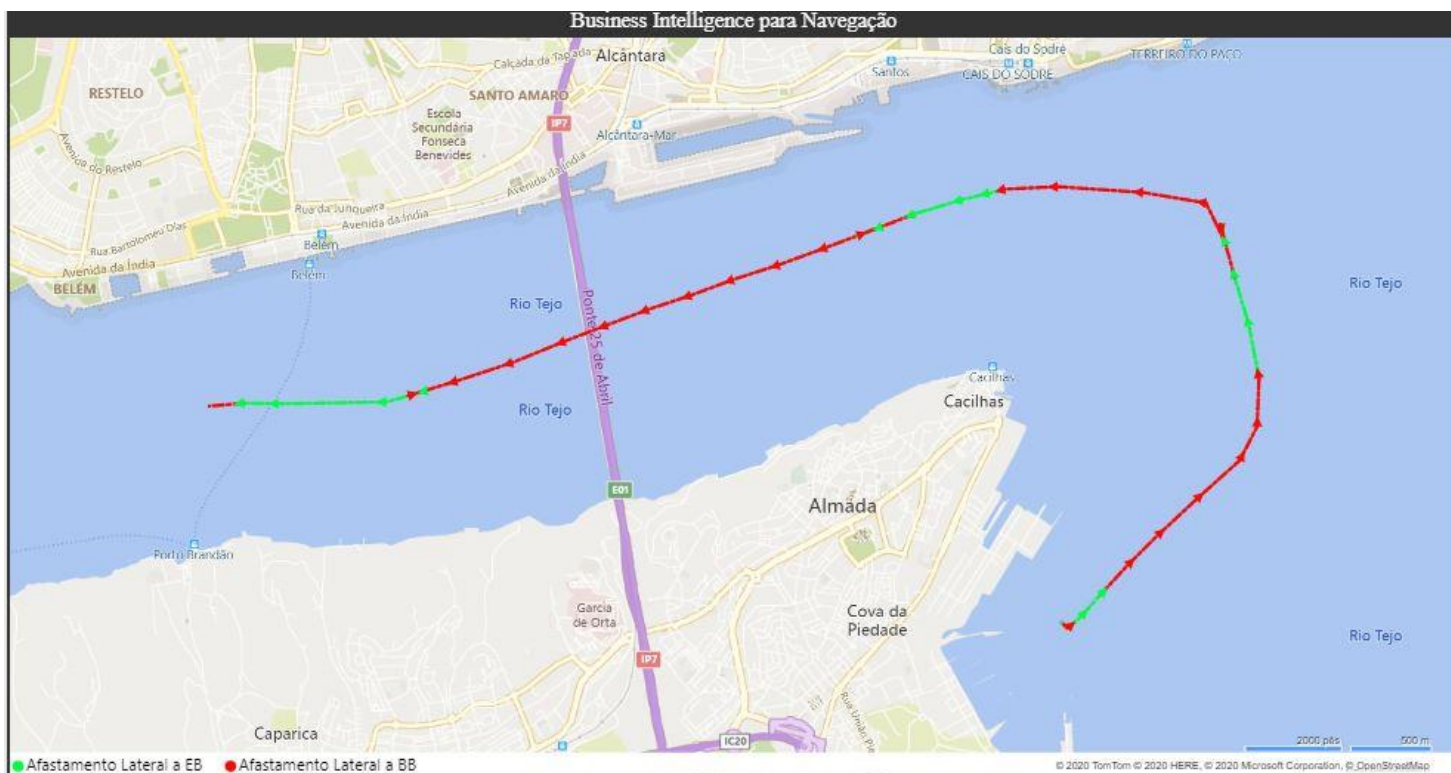


Figura 45 - Relatório Número 10

## **Apêndice D – Inquérito para a Avaliação da Solução Construída**



### **Inquérito para avaliação da solução Business Intelligence para apoio à tomada de decisão numa Unidade Naval**

O presente questionário insere-se no âmbito da Dissertação de Mestrado da Aspirante Castelhana Afonso, do Curso João Baptista Lavanha (ano letivo 2019/2020).

Os dados fornecidos serão utilizados exclusivamente para fins académicos. É garantido o carácter anónimo da recolha de dados efetuada.

Muito obrigado pelo seu tempo.

#### **Objetivo do Questionário**

Este questionário tem como objetivo a recolha de informação para avaliação das funcionalidades de um sistema de Business Intelligence para apoio à tomada de decisão de uma unidade naval, de forma a promover a eficiência e segurança na navegação. Para a realização de uma navegação em segurança é fundamental ter o máximo de informações e conhecimento sobre o meio envolvente.

A finalidade da solução é apresentar os dados do planeamento e realização de uma missão, recolhidos dos sensores do navio ao longo da realização da navegação, de forma a permitir o conhecimento situacional necessário à segurança do navio e cumprimento da missão. Para o efeito é disponibilizado um protótipo do sistema de Business Intelligence com o qual o inquirido poderá interagir de forma a perceber os dados residentes no repositório do Business Intelligence. Por favor, interaja com as funcionalidades do protótipo antes de responder a este inquérito.

As questões seguintes destinam-se a conhecer a seguinte informação dos inquiridos:

- a) caracterização do seu perfil;
- b) grau de entendimento sobre o Conhecimento Situacional Marítimo;

- c) grau de conhecimento sobre a tecnologia de Business Intelligence;
- d) avaliação global da utilidade da informação residente na solução criada;
- e) avaliação da relevância do protótipo criado para o apoio da tomada de decisão numa unidade naval.

### **Instruções de Preenchimento**

O questionário é composto por seis secções principais.

As secções irão ser compostas por: questões de escolha múltipla; questões em que é necessária a seleção de uma ou mais respostas; questões de resposta curta e; questões que possuem uma a avaliação de uma afirmação numa escala de 1 a 5, em que 1 representa nenhum conhecimento sobre o tema e 5 representa elevado conhecimento sobre o tema.

Em cada secção vai encontrar questões de diferentes tipos e formatos (aqueles que foram mencionados acima), sendo umas obrigatórias e outras não obrigatórias. Leia as instruções no início de cada secção e as questões com atenção.

Depois de responder a todas as perguntas de uma secção e mudar de página, pode regressar à página anterior caso queira alterar alguma das suas respostas.

A duração de preenchimento deste questionário é de, aproximadamente, 6 minutos.

NOTA: apenas inicie o preenchimento deste questionário após ter visualizado o protótipo do sistema de Business Intelligence.

### **1. Dados Demográficos**

Os seguintes itens são questões de âmbito geral que se destinam à obtenção do perfil demográfico do inquirido.

#### **1.1. Género:**

- Feminino
- Masculino

#### **1.2. Idade:**

- <25
- 25-39
- 40-55
- >55

#### **1.3. Formação/Habilitações Literárias:**

- Nenhuma
- Ensino Básico 1º Ciclo (5º ano de escolaridade)
- Ensino Básico 2º Ciclo (7º ano de escolaridade)
- Ensino Básico 3º Ciclo (9º ano de escolaridade)
- Ensino Secundário (12º ano de escolaridade)
- Licenciatura
- Mestrado/ Doutoramento

#### 1.4. Formação Académica:

- Administração Naval / Gestão / Administração Pública / Economia
- Engenharia Mecânica
- Engenharia Civil
- Outro ramo de engenharias
- Ciências do Mar
- Medicina/ Enfermagem
- Educação/Ensino
- Outra Opção...

#### 1.5. Categoria/ Posto

- Oficial
- Sargento
- Praça
- Militarizado
- Civil

## 2. Conhecimento Situacional Marítimo

Nesta secção pretende-se ter a noção do grau do conhecimento que o inquirido tem relativamente ao conceito de Conhecimento Situacional Marítimo e a sua importância para a segurança da navegação.

2.1. Selecione a opção correta relativamente ao conceito de Conhecimento Situacional Marítimo.

- Atenção em relação ao que está a acontecer ao seu redor e compreensão do que essa informação significa no presente e no futuro.
- Perceção dos elementos do ambiente envolvente no tempo e espaço, compreendendo o seu significado e a sua projecção num futuro próximo.
- Perceção que o “marinheiro” possui sobre as informações técnicas e de navegação fornecidas, sendo a compreensão destas e a sua influência num futuro próximo, essencial para uma resposta conveniente à situação.
- Todas as opções estão corretas.

- Todas as opções estão erradas.

2.2. Grau de formação nos procedimentos inerentes a um planeamento de navegação.

- 1- Nenhum
- 2
- 3
- 4
- 5- Especialista

2.3. Grau de conhecimento sobre a importância da informação provinda do meio circundante para a segurança da navegação.

- 1- Nenhum
- 2
- 3
- 4
- 5- Especialista

2.4. Grau de conhecimento dos sistemas e sensores utilizados no âmbito da navegação numa unidade naval.

- 1- Nenhum
- 2
- 3
- 4
- 5- Especialista

2.5. Contacto com sensores ou equipamentos utilizados por navios ou embarcações que auxiliam na prática da navegação.

- 1- Nenhum
- 2
- 3
- 4
- 5- Muito

2.6. Assinale APENAS os 5 sensores/ equipamentos de uma unidade naval que considere mais relevantes para a prática de uma navegação segura.

- ECDIS
- AIS/ WAIS
- GPS/ DGPS
- Sonda
- Anemómetro
- Odómetro
- RADAR



- Navtex
- Barómetro
- Agulha giroscópica
- Axiómetro
- Outra opção...

2.7. Assinale os sensores/ equipamentos que tem conhecimento existirem em navios da Marinha Portuguesa.

- ECDIS
- AIS/ WAIS
- GPS/ DGPS
- Sonda
- Anemómetro
- Odómetro
- RADAR
- Navtex
- Barómetro
- Agulha giroscópica
- Axiómetro
- Outra opção...

2.8. Assinale os sensores/ equipamentos com que já esteve em contacto ou operou num navio ou embarcação.

- ECDIS
- AIS/ WAIS
- GPS/ DGPS
- Sonda
- Anemómetro
- Odómetro
- RADAR
- Navtex
- Barómetro
- Agulha giroscópica
- Axiómetro
- Outra opção...

2.9. Grau de importância que atribui à fusão dos dados provenientes dos diversos sensores a bordo de um navio para o conhecimento situacional marítimo.

- 1- Nenhum
- 2
- 3
- 4
- 5- Fundamental

### 3. Conhecimentos de Business Intelligence

Esta secção visa aferir o grau de conhecimento do inquirido em ferramentas e técnicas de *Business Intelligence*.

3.1. Conhecimento de técnicas de conceção e implementação de Business Intelligence.

- 1- Nenhum
- 2
- 3
- 4
- 5- Especialista

3.2. Familiaridade com tecnologias relacionadas com *Business Intelligence* (Bases de Dados, *Data Mining*, Visualização de dados).

- 1- Nenhum
- 2
- 3
- 4
- 5- Especialista

3.3. Conhecimento de Bases de Dados Dimensionais e Multidimensionais.

- 1- Nenhum
- 2
- 3
- 4
- 5- Especialista

3.4. Conhecimento e utilização de *Business Intelligence* na Navegação.

- 1- Nenhum
- 2
- 3
- 4
- 5- Especialista

3.5. Conhecimento e utilização de soluções de *Business Intelligence* em outros domínios da tomada de decisão em unidades navais.

- 1- Nenhum
- 2
- 3
- 4
- 5- Especialista

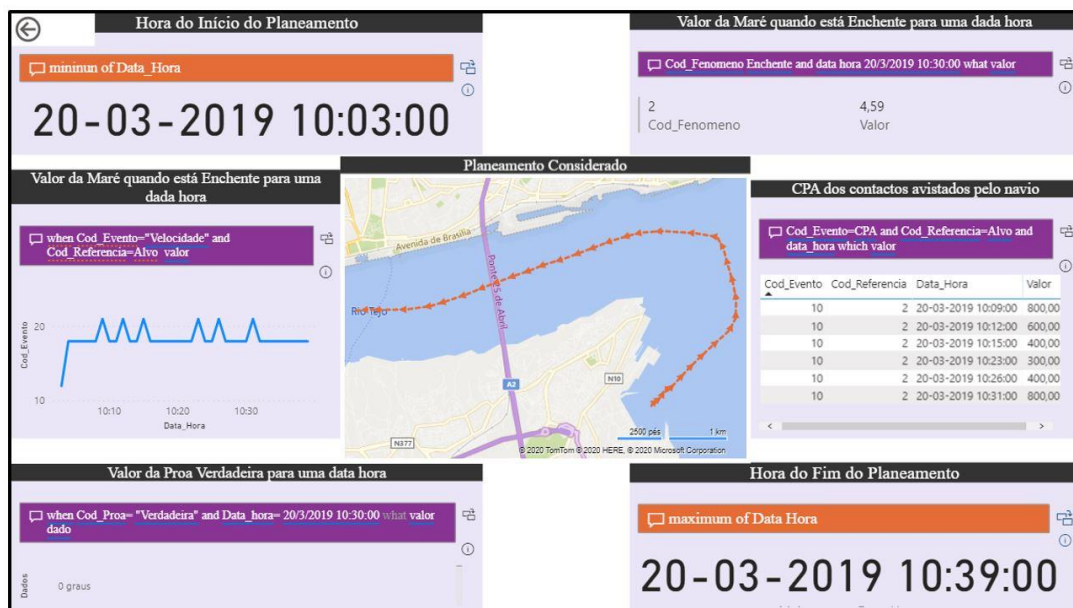
3.6. Domínios em que tem conhecimento da utilização de um sistema de *Business Intelligence*.

- Educação e Ensino
- Formação e Treino
- Navegação e Operações Navais
- Engenharias
- Atividades Desportivas
- Medicina e Saúde
- Atividades com fins militares
- Economia/ Finanças/ Contabilidade/ Administração
- Outra opção...

#### 4. Protótipo do Sistema Criado

Tendo em conta o que se recorda da iteração que efetuou com o protótipo do sistema de *Business Intelligence* para apoio à tomada de decisão numa unidade naval, observe as seguintes imagens e as respetivas questões. Pretende-se, com as questões a seguir apresentadas, possam aferir a qualidade e clareza da informação fornecida aos utilizadores da solução de BI.

4.1. Considerando a imagem seguinte:



4.1.1. Qual a hora de início do planeamento considerado?

- 10:03:00
- 10:09:00
- 10:33:00
- 10:39:00

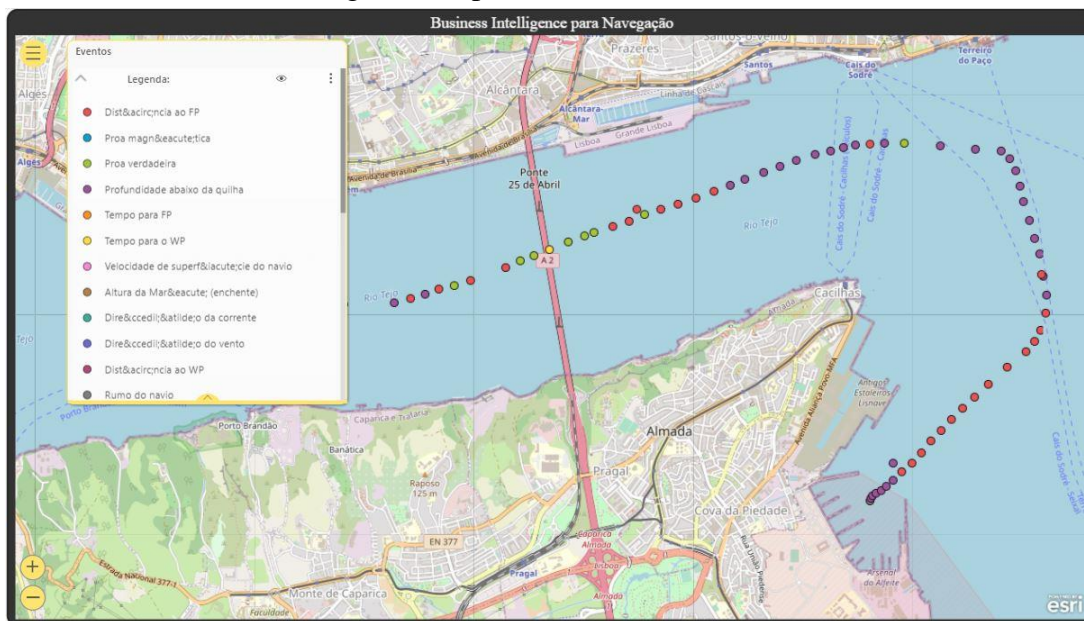
4.1.2. Qual é o valor da Proa Verdadeira às 10:30:00 do dia 20/03/2019?

- 0
- 090
- 180
- 270

4.1.3. Qual é a duração do planeamento de navegação considerado?

- 20 minutos
- 7 minutos
- 1 hora
- 36 minutos

4.2. Considerando o seguinte mapa:



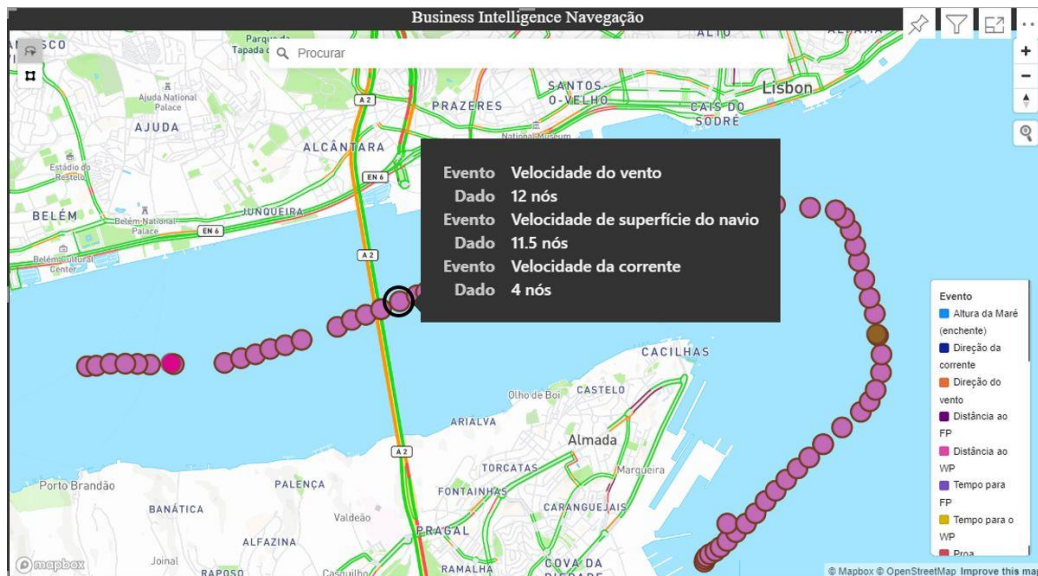
4.2.1. Qual é a cor que caracteriza o dado da Proa verdadeira do navio?

- Azul
- Rosa
- Laranja
- Verde

4.2.2. A cor cinzenta caracteriza os dados referentes a que informação?

- Rumo do navio
- Abatimento a BB
- Velocidade da corrente
- Velocidade do vento

4.3. Considerando a imagem do mapa seguinte:



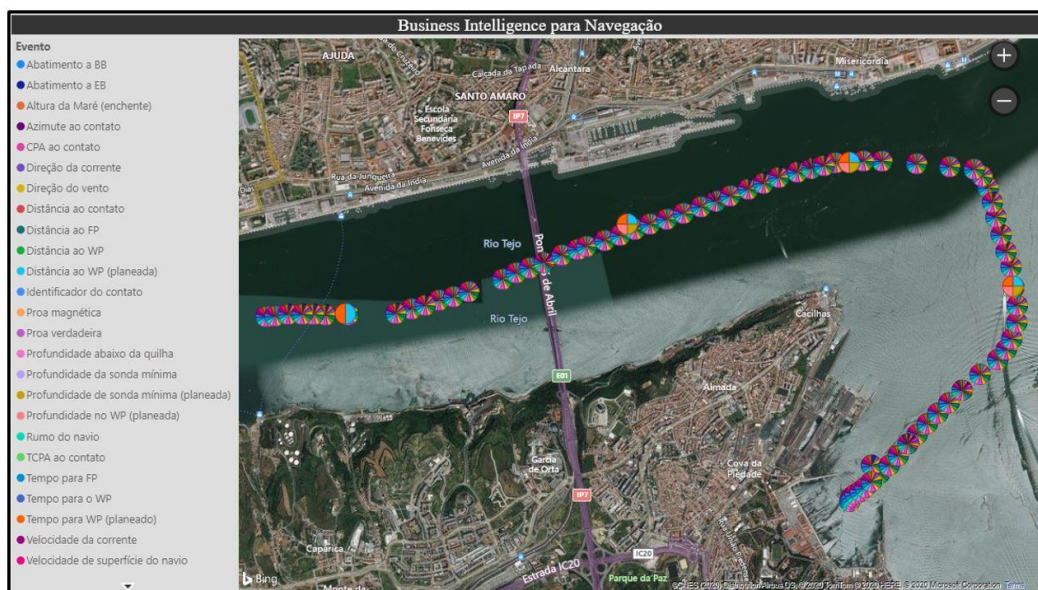
4.3.1. Qual é o valor da velocidade do vento para a posição assinalada com um círculo preto?

- 11,5 nós
- 4 nós
- 12 nós
- 8 nós

4.3.2. Qual é o evento caracterizado pela cor azul escura?

- Altura da Maré
- Direção do Vento
- Velocidade da Corrente
- Direção da Corrente

4.4. Considerando a imagem do mapa seguinte:

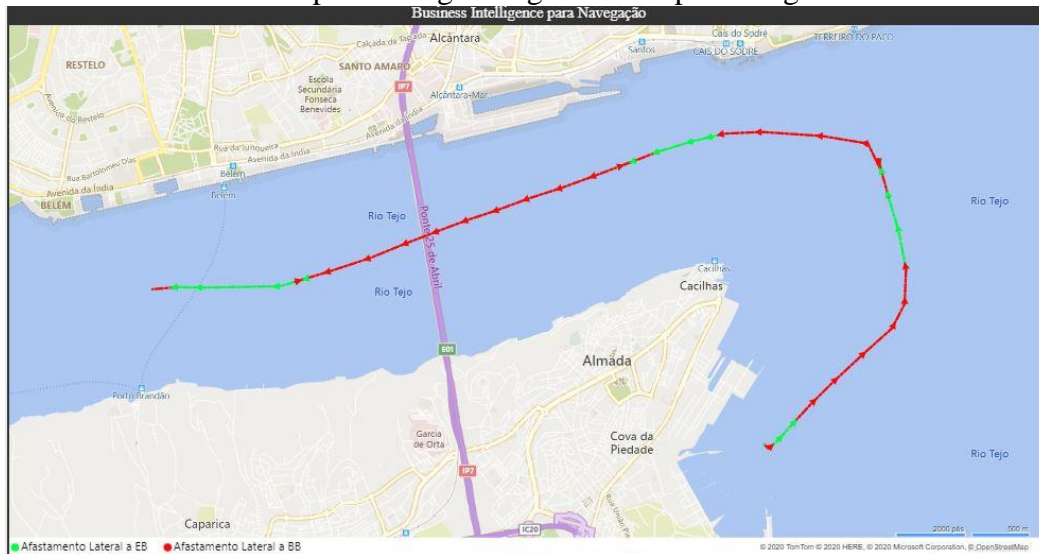


4.4.1. A informação apresentada no mapa é referente ao:



- Porto de Sesimbra
- Porto de Lisboa
- Porto de Portimão
- Porto de Setúbal

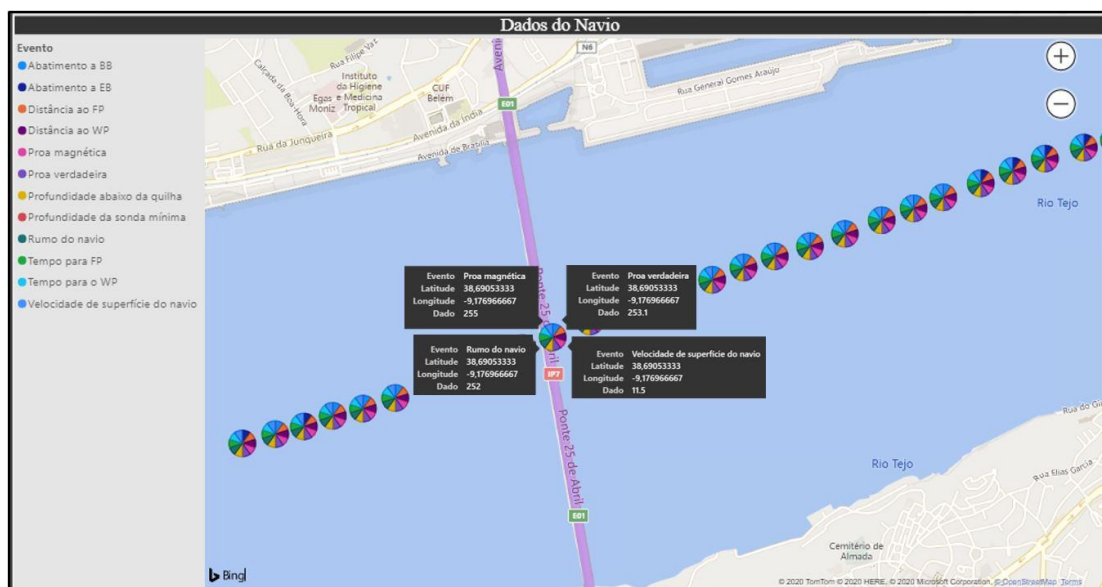
4.5. Considerando o mapa da imagem seguinte e respetiva legenda:



4.5.1. A parte do planeamento que está com a cor vermelha é referente a que tipo de dados?

- Velocidade do navio
- Rumo do navio
- Afastamento lateral do navio para BB
- Afastamento lateral do navio para EB

4.6. Considerando a informação do mapa dos Dados do Navio representado na imagem seguinte:



4.6.1. Qual é o valor da proa verdadeira do dado assinalado?

- 255
- 253.1
- 011.5
- 252

4.6.2. Qual é a velocidade de superfície do dado assinalado?

- 12 nós
- 11,5 nós
- 38 nós
- 25,3 nós

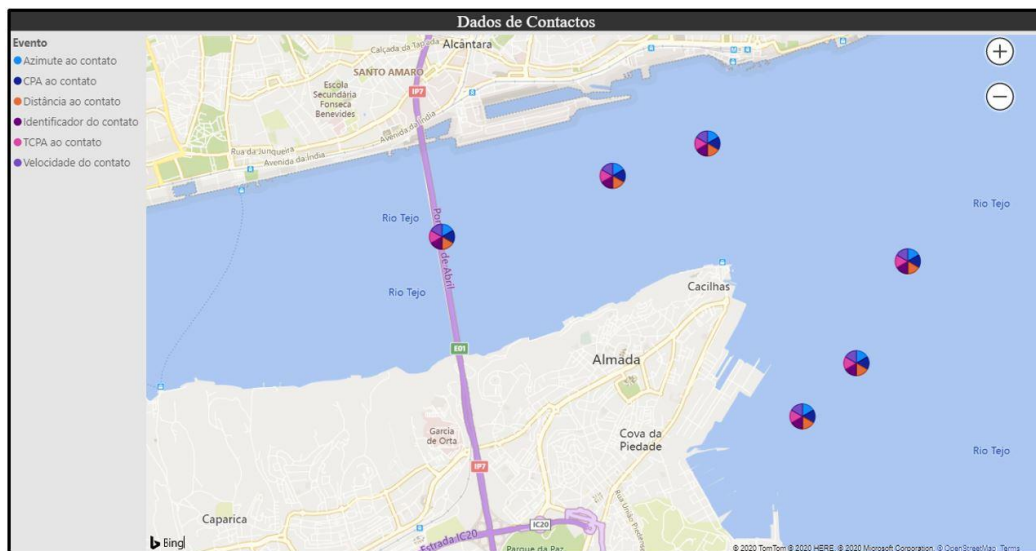
4.6.3. Qual é a proa magnética do dado assinalado?

- 252
- 011.5
- 253.1
- 255

4.6.4. Qual é o rumo verdadeiro do navio para o dado assinalado?

- 253.1
- 256
- 038.6
- 252

4.7. Considerando o mapa dos Dados de Contactos representado na imagem seguinte:



4.7.1. Quantos contactos foram detetados na navegação?

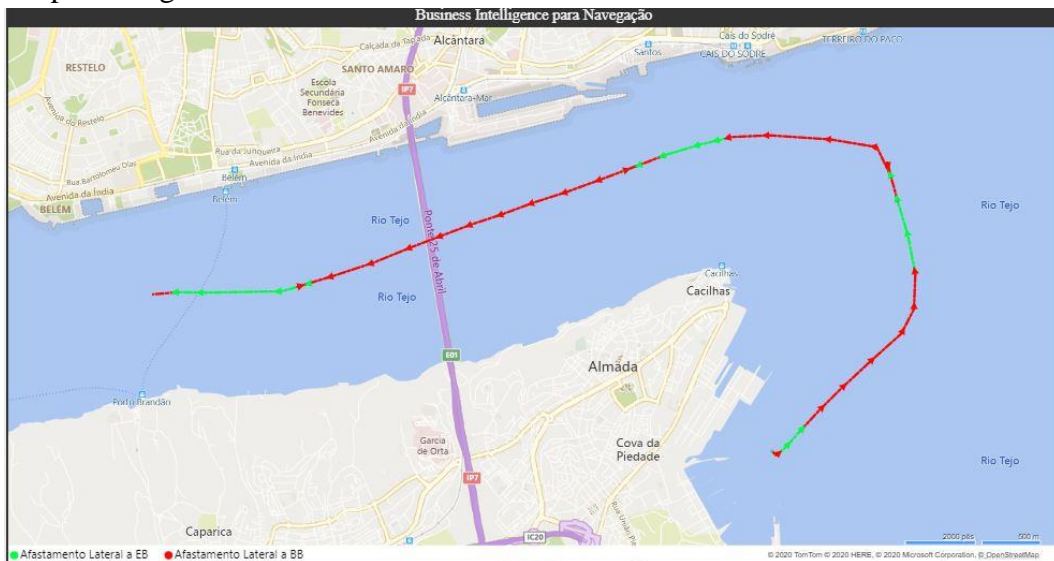
- 5
- 4

- 6
- 8

4.7.2. Qual é o dado que não está representado no mapa sobre o contacto?

- Distância ao contacto
- Velocidade do contacto
- Comprimento do contacto
- Identificador do contacto

4.8. Considerando o mapa dos Dados METOC ilustrado na imagem seguinte e a respetiva legenda do mesmo:



4.8.1. Qual é o fenómeno da Maré que está representado no mapa e a cor representativa do mesmo?

- Enchente e azul escuro
- Vazante e azul claro
- Enchente e azul claro
- Vazante e laranja

## 5. Avaliação da Relevância da Informação Potencialmente Disponibilizada pela Solução.

Nesta secção pretende-se obter a sua opinião relativamente à relevância dos dados presentes no protótipo da solução criada para o apoio da tomada de decisão de uma unidade naval, de forma a avaliar a diversidade, coerência e relevância dos mesmos para a prática de uma navegação segura.

5.1. Relevância dos dados apresentados no protótipo para a segurança da navegação.

- 1- Nenhum
- 2
- 3



- 4
- 5- Fundamental

5.2. A solução criada cobre toda a informação necessária para o conhecimento do meio circundante e prática de uma navegação segura.

- 1- Discordo completamente
- 2
- 3
- 4
- 5- Concordo plenamente

5.3. Importância da transmissão dos dados relativos ao meio circundante pelos sensores dos navios ser recolhida e apresentada em tempo real pela solução.

- 1- Nenhum
- 2
- 3
- 4
- 5- Fundamental

5.4. Importância da transmissão automática de alertas relativos a perigos para a segurança da navegação pela solução.

- 1- Nenhum
- 2
- 3
- 4
- 5- Fundamental

5.5. Importância da transmissão automática de alertas relativos a marcas no planeamento da navegação pela solução.

- 1- Nenhum
- 2
- 3
- 4
- 5- Fundamental

5.6. Importância do conhecimento atualizado da posição do seu navio e dos perigos circundantes fornecido pela solução.

- 1- Nenhum
- 2
- 3
- 4
- 5- Fundamental

5.7. Importância da criação da solução no âmbito de possibilitar o acesso a registros com os dados referentes a navegações anteriores.

- 1- Nenhum
- 2
- 3
- 4
- 5- Fundamental

## **6. Avaliação Final da Solução**

Nesta secção pretende-se que avalie, como potencial utilizador, o protótipo do sistema construído com base na sua possível utilidade e relevância de informação disponível da solução, com fim de abastecer outras interfaces.

6.1. Considero que utilizaria com frequência o protótipo criado como fonte de dados para uma interface de auxílio da tomada de decisão da navegação.

- 1- Discordo completamente
- 2
- 3
- 4
- 5- Concordo plenamente

6.2. Achei os dados constituintes da solução pertinentes para a prática de uma navegação eficiente e segura.

- 1- Discordo completamente
- 2
- 3
- 4
- 5- Concordo plenamente

6.3. Considero fácil a compreensão dos dados presentes no sistema criado.

- 1- Discordo completamente
- 2
- 3
- 4
- 5- Concordo plenamente

6.4. Considero que precisaria de formação ou ajuda técnica para conseguir visualizar todos os dados desta solução.

- 1- Discordo completamente
- 2
- 3

- 4
- 5- Concordo plenamente

6.5. Achei que a solução apresenta uma grande diversidade de dados.

- 1- Discordo completamente
- 2
- 3
- 4
- 5- Concordo plenamente

6.6. Achei que havia muita inconsistência nos dados desta solução.

- 1- Discordo completamente
- 2
- 3
- 4
- 5- Concordo plenamente

6.7. Imagino que seria fácil para a maioria das pessoas utilizar e visualizar os dados desta solução.

- 1- Discordo completamente
- 2
- 3
- 4
- 5- Concordo plenamente

6.8. Achei a informação contida nos dados desta solução muito complicada e pouco útil.

- 1- Discordo completamente
- 2
- 3
- 4
- 5- Concordo plenamente

6.9. Considero que os dados da solução são úteis para o apoio da tomada de decisão de uma unidade naval.

- 1- Discordo completamente
- 2
- 3
- 4
- 5- Concordo plenamente

6.10. Considero que esta solução apresenta os dados essenciais para uma interface gráfica para o apoio da tomada de decisão na condução de um navio.

- 1- Discordo completamente
- 2
- 3
- 4
- 5- Concordo plenamente

Muito obrigada pela sua colaboração!



## Apêndice E – Cálculos Efetuados no Capítulo 5 na Análise de Resultados

### Cálculos Efetuados pelo Método SUS

Questões	Moda	1º Cálculo	Valores 1º Cálculo		
1	4	$4 - 1 = 3$	3		
2	4	$5 - 4 = 1$	1		
3	5	$5 - 1 = 4$	4	Soma dos valores do 1º Cálculo	Resultado SUS
4	2	$5 - 2 = 3$	3	31	77,5
5	5	$5 - 1 = 4$	4		
6	1	$5 - 1 = 4$	4		
7	5	$5 - 1 = 4$	4		
8	1	$5 - 1 = 4$	4		
9	5	$5 - 1 = 4$	4		
10	5	$5 - 5 = 0$	0		

Figura 46 - Representação dos cálculos efetuados pelo método SUS

### Cálculos Efetuados no Teste de Hipóteses

	Questão 1	Questão 2	Questão 3	Questão 4	Questão 5
Média	4,28	4,24	3,94	4,08	4,2
Erro-padrão	0,124670996	0,112703331	0,122591074	0,136546322	0,121218305
Mediana	4,5	4	4	4	4
Moda	5	4	4	5	5
Desvio-padrão	0,881557064	0,796932896	0,866849798	0,9655283	0,857142857
Variância da amostra	0,777142857	0,635102041	0,751428571	0,932244898	0,734693878
Curtose	0,67687148	0,767725599	0,047570813	-0,481210895	-0,095326044
Assimetria	-1,150740342	-0,970139708	-0,664527614	-0,731884287	-0,810185185
Intervalo	3	3	3	3	3
Mínimo	2	2	2	2	2
Máximo	5	5	5	5	5
Soma	214	212	197	204	210
Contagem	50	50	50	50	50
	3	3	3	3	3
Diferença	1,28	1,24	0,94	1,08	1,2
t-stat	10,26702317	11,00233675	7,667768698	7,909403834	9,899494937
p-value	2,95748E-12	4,78031E-13	3,2478E-09	1,63524E-09	7,54991E-12
	1,11952E-07	9,75351E-09	2,95008E-05	3,70373E-05	1,96309E-07

Figura 47 - Análise Estatística dos Dados

Questões do Inquérito	5.1	6.2	5.2	6.9	6.10	
Inquiridos	Questão 1	Questão 2	Questão 3	Questão 4	Questão 5	H0
1	2	2	2	2	2	3
2	2	2	2	2	2	3
3	2	3	2	2	3	3
4	3	3	2	2	3	3
5	3	3	3	3	3	3
6	3	3	3	3	3	3
7	3	3	3	3	3	3
8	3	4	3	3	3	3
9	4	4	3	3	3	3
10	4	4	3	3	3	3
11	4	4	3	3	4	3
12	4	4	3	3	4	3
13	4	4	4	3	4	3
14	4	4	4	4	4	3
15	4	4	4	4	4	3
16	4	4	4	4	4	3
17	4	4	4	4	4	3
18	4	4	4	4	4	3
19	4	4	4	4	4	3
20	4	4	4	4	4	3
21	4	4	4	4	4	3
22	4	4	4	4	4	3
23	4	4	4	4	4	3
24	4	4	4	4	4	3
25	4	4	4	4	4	3
26	5	4	4	4	4	3
27	5	4	4	4	4	3
28	5	4	4	4	4	3
29	5	4	4	4	5	3
30	5	5	4	5	5	3
31	5	5	4	5	5	3
32	5	5	4	5	5	3
33	5	5	4	5	5	3
34	5	5	4	5	5	3
35	5	5	4	5	5	3
36	5	5	4	5	5	3
37	5	5	4	5	5	3
38	5	5	5	5	5	3
39	5	5	5	5	5	3
40	5	5	5	5	5	3
41	5	5	5	5	5	3
42	5	5	5	5	5	3
43	5	5	5	5	5	3
44	5	5	5	5	5	3
45	5	5	5	5	5	3
46	5	5	5	5	5	3
47	5	5	5	5	5	3
48	5	5	5	5	5	3
49	5	5	5	5	5	3
50	5	5	5	5	5	3

Figura 48 - Dados utilizados no Teste de Hipóteses

